



中华人民共和国海洋行业标准

HY/T 069—2005
代替 HY/T 069—2003

赤潮监测技术规程

Technical specification for red tide monitoring

2005-05-18 发布

2005-06-01 实施

国家海洋局 发布

目 次

前言 I

引言 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 监测方案设计 2

5 监测项目 6

6 赤潮监测与分析指标 16

7 海洋赤潮监测数据报表与赤潮监测(预警)报告编制 19

附录 A (规范性附录) 赤潮监测出海前准备 20

附录 B (资料性附录) 中国近岸、近海赤潮生物 21

附录 C (资料性附录) 藻类培养液配方 32

附录 D (资料性附录) 海水中痕量铁元素的测定 34

附录 E (资料性附录) 海水中痕量锰元素的测定 36

附录 F (资料性附录) 海水中维生素 B₁ (V_{B1}) 的测定 38

附录 G (资料性附录) 海水中维生素 B₁₂ (V_{B12}) 的测定 40

附录 H (资料性附录) 赤潮遥感监测技术 43

附录 I (资料性附录) 赤潮类型与危害 45

附录 J (资料性附录) 赤潮毒素与毒性指标 48

附录 K (资料性附录) 赤潮经济损失评估 50

附录 L (规范性附录) 浮游生物记录表 53

附录 M (规范性附录) 海洋赤潮监测(预警)报告内容与格式 59

前 言

本标准代替 HY/T 069—2003《海洋有害藻华(赤潮)监测技术导则》。本标准将国家海洋局 2002 年发布的《海洋赤潮监测技术规程》有关内容纳入本次修订之中。

本标准与 HY/T 069—2003 相比主要变化如下：

- 本标准的应用范围更加广泛而具体(本版的第 1 章)；
- 修订、删除或增补了部分定义和术语(本版的第 3 章)；
- 增加了赤潮监测中一些原则性的概念与界定方法,包括赤潮事件发生过程的界定;赤潮位置与范围的界定;赤潮的分级响应系统(见本版的 4.3)。
- 赤潮监测参数的选择及分析方法具体化,省却几项与赤潮关联不十分密切的监测项目,如波高、河流径流量、浮游动物的干重生物量和碳氢生物量、初级生产力、铜、锌等(见本版表 1)；
- 增加包括底栖微藻、底泥孢囊、腹泻性贝毒、失忆性贝毒、神经性贝毒、西加鱼毒素的具体检测方法(见本版的 5.4.2;5.4.3 和 5.4.7)。
- 增加了规范性附录“赤潮监测出海前准备”(见本版的附录 A)；
- 附录 B 列出中国近岸、近海赤潮生物种名录、分布范围、毒素类型及形成赤潮时的基准浓度(参考值)。增加了赤潮生物的同物异名和基本异名(见本版的附录 B)；
- 删除了 2003 年版的资料性附录 C“中国海主要有毒藻华生物及其毒性”(2003 年版的表 C.1),将其内容并入附录 B(本版附录 B,见表 B.1)；
- 增加了资料性附录“藻类培养液配方”(见本版的附录 C)；
- 增加了资料性附录“海水中痕量铁元素的测定”(见本版的附录 D)；
- 增加了资料性附录“海水中痕量锰元素的测定”(见本版的附录 E)；
- 增加了资料性附录“海水中维生素 B₁(V_{B1})的测定”(见本版的附录 F)；
- 增加了资料性附录“海水中维生素 B₁₂(V_{B12})的测定”(见本版的附录 G)；
- 增加了资料性附录“赤潮遥感监测技术”(见本版的附录 H)；
- 增加了资料性附录“赤潮毒素类型及危害”(见本版的附录 I)；
- 修订了 2003 年版的资料性附录 D“一些国家和地区对某些藻华细胞密度的判定和管理”,将其内容并入附录 I(见本版的表 I.2)；
- 修订了 2003 年版的资料性附录 B“中国近海对海洋生物产生有害影响的藻类”,将其内容并入附录 I(见本版的表 I.3)；
- 增加了资料性附录“赤潮毒素与毒性指标”(见本版的附录 J)；
- 修订了 2003 年版的资料性附录 F“有毒藻华毒素的临床症状”,将其内容并入附录 J(见本版的表 J.1)；
- 修订了 2003 年版的资料性附录 E“一些国家和地区检测有毒藻华毒素行动临界值和检测方法”,将其内容并入附录 J(见本版的表 J.2)；
- 增加了资料性附录“赤潮损失评估”(见本版的附录 K)；
- 增加了规范性附录“浮游生物记录表”(见本版的附录 L)；
- 增加了规范性附录“海洋赤潮监测(预警)报告内容与格式”(见本版的附录 M)。

本标准的附录 A、附录 L 和附录 M 为规范性附录,附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I、附录 J 和附录 K 为资料性附录。

本标准由国家海洋局海洋环境保护司提出。

本标准由国家海洋标准计量中心归口。

本标准起草单位：国家海洋环境监测中心、国家海洋局第三海洋研究所。

本标准主要起草人：郭皓、周秋麟、赵冬至、许昆灿、王健国、吴省三、闫启仑、黄秀清、韩庚辰。

引 言

HY/T 069—2003 作为我国赤潮监测工作的一个指南性标准在实际工作中发挥了重要作用。为使我国的赤潮监测工作更具有科学性、针对性和实用性,在总结现有的技术方法和实际监测工作问题的基础上,结合国家海洋局 2002 年发布的“海洋赤潮监测技术规程”,对正在执行的“海洋有害藻华(赤潮)监测技术导则(HY/T 069—2003)”进行了补充和修订,形成了新的赤潮监测技术规程海洋行业标准。主要的修订内容如前言所述。

赤潮监测技术规程

1 范围

本标准规定了海洋赤潮监测的内容、技术要求和方法。

本标准适用于中华人民共和国内水、领海、毗连区、专属经济区、大陆架以及中华人民共和国管辖的其他海域的赤潮监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 3097—1997 海水水质标准

GB 12763.2 海洋调查规范 海洋水文观测

GB 12763.3 海洋调查规范 海洋气象观测

GB 12763.6 海洋调查规范 海洋生物调查

GB 17108 海洋功能区划分技术导则

GB 17378.1 海洋监测规范 第1部分:总则

GB 17378.2 海洋监测规范 第2部分:数据处理与分析质量控制

GB 17378.3 海洋监测规范 第3部分:样品采集、贮存与运输

GB 17378.4 海洋监测规范 第4部分:海水分析

GB 17378.7 海洋监测规范 第7部分:近海污染生态调查和生物监测

GB 18421—2001 海洋生物质量

中华人民共和国海洋环境保护法,2000

政府间海洋学委员会第33号手册与导则(UNESCO,1995)

政府间海洋学委员会第44号技术报告:有害藻华监测系统的设计与实施(UNESCO,1996)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

赤潮 red tide

是指海洋中的一些微藻、原生动物或细菌在一定环境条件下爆发性增殖或聚集达到某一水平,引起水体变色或对海洋中其他生物产生危害的一种生态异常现象。赤潮具有多种颜色。

3.2

有害藻华 harmful algal bloom(HAB)

是指有毒或无毒藻类暴发引起水体变色,或其浓度虽不至于引起水色改变,但其危害性表现在毒性效应或其他生境的物理性损害作用。有害藻华包括有毒藻华与无毒藻华。

3.3

赤潮生物 red-tide organisms

能够大量繁殖并引发赤潮的生物称之为赤潮生物。赤潮生物包括浮游生物、原生动物和细菌等,其中有毒、有害赤潮生物以甲藻类居多,其次为硅藻、蓝藻、金藻、隐藻和原生动物等。

3.4

赤潮毒素 HAB toxins

由有毒赤潮生物产生的天然有机化合物。危害性较大的几种毒素分别是麻痹性贝毒(PSP)、腹泻性贝毒(DSP)、神经性贝毒(NSP)、西加鱼毒素(CFP)、失忆性贝毒(ASP)和蓝细菌毒素(蓝藻毒素, CTP)等。

3.5

富营养化 eutrophication

由于人类的活动使某海域水体中氮、磷营养元素浓度超过正常浓度范围,引起浮游植物过量增长和整个水体生态平衡的改变,而造成危害的一种污染现象。

3.6

常规监测 routine monitoring

以监测赤潮发生及发展动向为目标,在潜在赤潮发生水域按常规方法对海区水化学、生物、水文和气象等参数实施监测的行为。目的在于了解调查海区,特别是赤潮频发期浮游生物(主要是赤潮生物)的种类和数量的时空分布状况,密切关注赤潮的发生及发展动向。常规监测侧重于污染源附近的区域、海水养殖区、海水浴场等重点海域。

3.7

应急监测 contingent monitoring

指对于已发生或正在发生的赤潮进行现场取样及实时检测、分析和处置的过程,包括赤潮的发生范围、赤潮生物的种类与数量分布、赤潮毒素的初步检定以及应急处理意见和方法的提出等。

3.8

跟踪监测 tracking monitoring

指对已形成的赤潮全过程的跟踪、取样、分析工作,目的是了解赤潮生物的发生、发展和漂移情况以及赤潮毒素的分布与变化状况。

4 监测方案设计

4.1 监测的总目标

赤潮监测的总目标是为了及时准确了解赤潮发展的现状和趋势,保护海洋生态系统,保障人体健康和生命安全,减轻和避免有害藻华对海水养殖、捕捞渔业、滨海旅游等海洋产业的损害,防止和减轻海洋赤潮灾害造成的损失,并为赤潮的预测、早期预警系统的建立提供服务。监测目标一般分为两大类:

- 海洋生物资源管理监测,包括贝类资源;鱼类资源和珍稀濒危物种资源的管理监测;
- 海洋环境质量管理监测,包括娱乐水体和底质质量管理;对自然生态系与公共健康的保护的管理监测。

4.2 监测方案设计的基本原则

监测方案的设计应综合考虑以下几项原则:

- 监测目标必须根据水产养殖、渔业、生态系统保护的需求,界定保护对象及其具体目标与预期效果;
- 监测方案必须考虑监测海域的生态环境特征;
- 监测方案必须包括搜集监测水域赤潮发生(有害藻华)的历史资料;水文、气象、化学、生物的变化特征以及污染物来源与分布等;
- 监测方案必须与环境监测计划相互协调;
- 监测体系应高效并便于协调。监测体系包括信息使用者、监测方案的实施单位和结果评价单位;
- 监测方案必须符合经济效能原则。实施监测方案的基金或资金保障应满足实施监测方案的需求。

求,以最少的代价获取尽可能多的有用信息。

4.3 原则性的概念与界定方法

4.3.1 赤潮事件发生过程的界定

一次完整的赤潮过程包括四个阶段:发育、发展、维持和消亡。界定一次赤潮事件应根据赤潮海区具体情况而定。一般情况下按以下原则划分:

- 独立海区发生的单相或多相赤潮,自发育至消亡为一次完整的赤潮过程;若其中某一阶段赤潮消失(水色正常或赤潮生物密度达到正常水平),但随后(数天内)该海域或相邻海域又重新出现由该种引发的赤潮(可能出现迁移),仍算做一次赤潮过程;若数天内出现的赤潮为另一种赤潮生物所引发,则记作另一次赤潮过程;
- 相邻的两个海域同时发生赤潮,若是由不同的赤潮生物引发,则记作两次赤潮过程;若赤潮生物为同一个种类,则需要根据海域的具体情况而定:
 - a) 在港湾或封闭的小水体的两个或多个不同区域发生的赤潮,记作一次赤潮过程;
 - b) 在海湾或沿岸水域相邻的两个或多个不同区域发生的赤潮,中间若有自然的地理阻隔,则记作两次或多次赤潮过程;否则仅记作一次赤潮过程;
 - c) 在远海或大洋相邻的两个或多个不同区域发生的赤潮,记作两次或多次赤潮过程。
- 相邻的两个海域若先后发生赤潮,均记作不同的赤潮过程。

4.3.2 赤潮位置与范围的界定

4.3.2.1 赤潮发生位置

赤潮位置以发生赤潮的海域名称及其地理坐标确定。

4.3.2.2 赤潮发生范围

赤潮发生范围指赤潮生物的密度达到赤潮判别指标以上或海水颜色异常的水域面积。由于赤潮在海水中并非均匀分布,而多呈现条、带、片状的不连续分布,赤潮发生面积指其最外围边缘所包围的面积。

4.3.2.3 赤潮范围的界定

可采用卫星遥感、航空遥感、船舶 GPS 定位等方法界定边缘范围及坐标并依此计算出赤潮面积。界定为同一次的赤潮事件,可对零星分布的赤潮面积进行加和作为赤潮发生范围。

4.3.3 赤潮的分级响应系统

4.3.3.1 三级响应

在我国管辖海域发生的赤潮,尤其在渔业资源利用和养护区、旅游区、海水资源利用区(盐田区和特殊工业用海区)、海洋保护区和特殊利用区(科研用海)等海域出现下述任一种情况为三级响应:

- 因食用受赤潮污染的海产品或接触到赤潮海水,出现身体不适的病例报告(多于 10 个);
- 赤潮毒素(藻毒素、贝毒及鱼毒等)超出警戒标准 1 倍以上(赤潮毒素标准见附录 C);
- 赤潮面积超过 1 000 km²。

4.3.3.2 二级响应

在我国管辖海域发生的赤潮,尤其在渔业资源利用和养护区、旅游区、海水资源利用区(盐田区和特殊工业用海区)、海洋保护区和特殊利用区(科研用海)等海域出现下述任一种情况为二级响应:

- 因食用受赤潮污染的海产品或接触到赤潮海水,出现身体不适的病例报告(多于 30 个);
- 赤潮毒素(藻毒素、贝毒及鱼毒等)超出警戒标准 5 倍以上(赤潮毒素标准见附录 C);
- 赤潮面积超过 2 000 km²。

4.3.3.3 一级响应

在我国管辖海域发生的赤潮,出现下述任一种情况即为一级响应:

- 因食用受赤潮污染的海产品或接触到赤潮海水,出现身体不适的病例报告(多于 50 个)或出现死亡病例;

- 赤潮毒素(藻毒素、贝毒及鱼毒等)超出警戒标准 10 倍以上(赤潮毒素标准见附录 C)；
- 赤潮面积超过 3 000 km²。

4.4 监测方案的结构内容

监测方案应包括监测信息要求；采样方案设计前期准备；监测站位布设；采样层次；监测时段与监测频率；监测参数选定，监测方法与技术规范化(质控)；信息加工、评价、传递与应用；监测组织机构；监测评价结果表述等内容。

4.4.1 监测信息需求

4.4.1.1 贝类监测

监测贝类体内积累毒性的有毒藻类及其毒素，确定毒素含量水平，采取应急措施，跟踪监测其发展动态。

4.4.1.2 鱼类监测

监测和发现可对鱼类产生危害的有害藻类，跟踪监测其发展动态，确定其危害程度并采取应急措施。

4.4.1.3 生态系统保护监测

监测和发现可对生态系统特殊生物物种产生危害的赤潮，实施动态监测直至赤潮消亡。

4.4.1.4 富营养化监测

监测结果必须正确反映其长期变化，应在固定站位采样，保证数据的可比性，满足统计分析要求。

4.4.1.5 底质监测

监测和发现赤潮生物休眠孢子及底质对富营养化和诱发赤潮的微量元素的反馈作用。

4.4.1.6 娱乐水体质量监测

及时发现赤潮现象，警告公众在赤潮期间不到受危害水体从事娱乐活动。

4.4.2 采样方案设计的前期准备

采样设计的主要依据是监测目标及其信息需求，海区环境的生物、化学、物理条件的环境基础资料，监测技术能力和财力支持力度等。

4.4.2.1 浮游植物资料收集

包括浮游植物群落结构和生物量(有毒的、有害的和其他的)的长期资料。

4.4.2.2 赤潮发生以往资料收集

包括赤潮发生的时间、位置、范围、主要赤潮生物种类、密度、毒性及危害，赤潮的迁移状况和持续时间，所造成的经济损失等资料。

4.4.2.3 理化指标资料

收集该海区的理化指标的季节变化和年际变化的资料。相关参数包括潮汐、潮差、水温、盐度表层水层化现象、表层流循环、上升流、溶解氧、无机营养盐的时空分布及其来源与负荷量，以及其他浮游植物生长因子(如铜、铁、锰、锌、维生素 B₁、维生素 B₁₂)等。

4.4.2.4 气象条件资料

包括气压、日照及强度、雨季及雨量、暴风期以及盛行季风期及风速风向。

4.4.2.5 易受赤潮损害的生态系统和生物资源资料(如珊瑚礁、渔场、贝类养殖区等)的收集。

4.4.2.6 如果缺乏必需的环境资料，必须开展前期基础调查。

4.4.3 监测站位布设

4.4.3.1 布设原则

监测站位的布设应遵循以下原则：

- 测站应布设在预期的赤潮多发海域；
- 尽可能与海洋环境质量监测站位置一致；
- 应考虑监测海域的水动力状况和功能，选择上升流区、渔场和增养殖区布设测站；

——测站的布设应覆盖或代表监测海域。

4.4.3.2 布站方法

赤潮监测站位的布站方法包括两种：

- 常规监测测站：根据实际情况，以覆盖和代表监测海域为原则。对于监测区域大的，或包括有不同水团特征的海域，在站位布设设计中可将监测海域划分为若干个单元区。可采用 T 型（河口近岸海域）或井字型、梅花型、网格型方法，布设控制断面和监测站位。常规监测测站一般设置为固定站位，用于获取完整时间系列的定量监测资料；
- 跟踪监测测站：一般为随机测站，根据赤潮发生的范围和漂移状态，在赤潮发生区的区域内、外水域分别设立赤潮区测站和对照测站，测站数量应随赤潮发生区范围的扩展而增加。

4.4.4 监测时段

我国近岸和近海海域赤潮发生时段范围是：

- 黄渤海 4—10 月，高发期为 7—9 月；
- 东海 3—10 月，高发期为 6—8 月；
- 南海全年均可发生，高发期为 3—5 月和 8—11 月。

4.4.5 监测频率

采样时间与频率取决于监测目标及其对资料的需求程度。

- 常规监测宜每月 1 至 2 次；
- 赤潮多发期宜每周 1 次；
- 发现有赤潮征兆时宜每 3 天 1 次；
- 跟踪监测包括赤潮发生至消失的全过程，宜每天 1 次或更多。

4.4.6 采样层次

一般可根据对资料的具体需求，采用三种形式的采样层次：

- 固定深度采样（表层或近表层）；
- 多层等体积混合水样（自底至表垂直采样）；
- 真光层内分层采样（表层、中层和底层）。

4.4.7 监测参数选择原则

4.4.7.1 根据监测目标及信息需求选择参数

具有多个子目标的监测计划，其选择的参数必须满足各子目标的要求，但其中某些参数可只在某些站位、时段监测；

4.4.7.2 根据监测技术条件选择参数

不具备测定条件的参数暂不选用；

4.4.8 监测技术规范化、质量保证与分析质量控制

制订监测方案，应根据监测目标与对资料的质量要求规定具体的采样方法、分析方法，以及质量保证与分析质量控制程序。监测技术规范化和质量保证可依照 GB 12763 和 GB 17378 中有关规定和国家发布的质量运行体系的相关规定执行。

4.4.9 信息处理

4.4.9.1 统计方法

- 有效数字：按 GB 17378.2 中有关规定；
- 均值统计：根据数据量值的分布状态选用算术平均、几何平均和中位数统计均值；
- 计量单位：采用国家法定计量单位。

4.4.9.2 数据贮存介质

- 纸质；
- 电子版。

4.4.9.3 信息表示方式

——以各种图形或其组合形式表示。

4.4.10 监测评价

4.4.10.1 对评价信息的要求

- 要求提供给用户的信息应有明确的结论与建议；
- 水产资源管理监测应明确水产增养殖区或渔业区可否安全利用，是否需关闭局部海区或全部海区；
- 对监测的数值或经验预报，应指明赤潮的迁移、聚散区域和消失时间。

4.4.10.2 评价结果表述

- 目的与意义；
- 监测时间与范围；
- 样品采集；
- 分析方法；
- 质量控制；
- 监测结果；
- 质量评价与讨论；
- 结语或结论；
- 参考文献。

5 监测项目

赤潮常规监测项目和跟踪监测项目可按表 1 内容适当增减。有特殊目的的赤潮监测内容可根据具体要求在表 1 的基础上增加监测内容。

表 1 赤潮监测项目及分析方法一览表

指 标	监 测 项 目	分 析 方 法	引用标准
观测项目	赤潮位置与范围	船舶、航空 GPS 定位,卫星定位	
	可视性采样	现场录像、摄像	
	色、味、嗅、漂浮物	目视及感官	
水文气象要素	海表水温	现场快速测定仪法或表层水温表法	GB 17378.4
	水色	比色法	GB 17378.4
	透明度	目视法	GB 17378.4
	盐度	盐度计法	GB 17378.4
	海况	目视法	GB 12763.2
	海流流速、流向 *	海流计法	GB 12763.2
	日照	气象资料收集	
	光衰减率 ^a	水下照度计法	
	风速	风速风向仪测定法	GB 12763.2
	风向	风速风向仪测定法	GB 12763.2
	气温	干湿球温度计测定法	GB 12763.3
	气压	空盒气压表测定法	GB 12763.3
	天气现象	目视法	GB 12763.3

表 1 (续)

指 标	监 测 项 目	分 析 方 法	引用标准
水文气象要素	雨量	气象资料收集	
	河流径流量 ^a	资料收集	
生物学要素	浮游植物(赤潮藻类)种类及数量	个体计数法	GB 17378.7
	底栖微藻(赤潮藻类)种类及数量 ^a	个体计数法	见本标准 5.4.2
	其他赤潮生物(纤毛虫类等)	个体计数法	GB 17378.7
	底泥孢囊 ^a	孵化培养法	见本标准 5.4.3
	浮游动物种类及数量	个体计数法及生物量湿重测定法	GB 17378.7
	底栖生物(养殖生物)种类及数量 ^a	个体统计与生物量测定	GB 17378.7
	叶绿素 a	荧光或分光光度法	GB 17378.7
	异养细菌总数 ^a	平板计数法	GB 17378.7
赤潮毒素	麻痹性贝毒(PSP)	小白鼠法、高效液相色谱法 *	GB 17378.7
	腹泻性贝毒(DSP)	小白鼠法、高效液相色谱法 *	见本标准 5.4.7.4
	神经性贝毒(NSP)	小白鼠法、高效液相色谱法 *	见本标准 5.4.7.5
	失忆性贝毒(ASP)	小白鼠法、高效液相色谱法 *	见本标准 5.4.7.6
	西加鱼毒素(CFP)	小白鼠法、高效液相色谱法 *	见本标准 5.4.7.7
水化学要素	pH	现场快速测定仪法或 pH 计法	GB 17378.4
	盐度	现场快速测定仪法或盐度计法	GB 17378.4
	溶解氧(DO)	现场快速测定仪法或碘量法	GB 17378.4
	活性磷酸盐(PO_4^{3-})	磷钼蓝分光光度法	GB 17378.4
	活性硅酸盐(SiO_3^{2-})	硅钼黄法	GB 17378.4
	亚硝酸盐-氮(NO_2^- -N)	萘乙二胺分光光度法	GB 17378.4
	硝酸盐-氮(NO_3^- -N)	锌镉还原法	GB 17378.4
	氨-氮(NH_4^+ -N)	次溴酸盐氧化法	GB 17378.4
	油类 ^a	紫外分光光度法	GB 17378.4
	铁 ^a	原子吸收分光光度法	见本标准附录 D
	锰 ^a	原子吸收分光光度法	见本标准附录 E
	V_{B1} ^a	荧光测定法	见本标准附录 F
	V_{B12} ^a	生物培养 ¹⁴ C 测定法	见本标准附录 G
* 有条件或特殊需要时的宜选项目。			

5.1 监测备航

赤潮监测备航工作应满足附录 A 的要求。

5.2 现场观测

现场观测内容主要包括海区水色、味、嗅、漂浮物等感官指标,并向附近居民和渔民了解最近一段时间海区是否有水体变色、异味、发光、异常飘浮物或海产品死亡以及人畜中毒现象的发生等情况。

5.3 水文气象要素监测

5.3.1 气压

按 GB 12763.2 中的规定监测。

5.3.2 风速、风向

按 GB 12763.2 中的规定监测。

5.3.3 气温

按 GB 12763.2 中的规定监测。

5.3.4 水温

按 GB 12763.2 中的规定监测。

5.3.5 盐度

按 GB 17378.4 中的规定监测。

5.3.6 水色、透明度、海发光

按 GB 12763.2 中的规定监测。

5.3.7 流速、流向

按 GB 12763.2 中的规定监测。

5.4 生物要素监测

5.4.1 浮游植物

有害藻类的常规采样站位尽可能代表调查区中不同水团。用于显微镜下定性和定量分析的样品分别使用浮游生物网(浅水Ⅲ型或网目 20 μm 浮游生物网)和采水瓶(如 Niskin, Nansen)或采样管采集(见附录 A)。用于活体培养的藻类要将采集的样品倒入浮游生物样品瓶里,盖好瓶盖放入保温箱,温度控制在 2℃~10℃。样品应尽快送回实验室培养,注意在运输期间温度变动幅度不能过大。

5.4.1.1 拖网采样

浮游植物定性浓缩样品(网样)用小型的 20 μm 网目浮游生物网(或浅水Ⅲ型浮游生物网)沿垂直和水平方向拖网采集(夜光藻采用浅水Ⅱ型浮游生物网采集)。沿垂直方向拖网时,在下网和收网过程中都能采到样品,为了保证每个样品能够获得足够数量的浮游生物,在较浅水域(水深<20 m)需经过几次自底至表拖网,直到水样呈现不透明或由于藻类浓缩而改变颜色。水平拖网是在水面下约 2 m 的深度进行的,拖网的速度不能超过 0.25 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ~0.30 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,必须记录采样点的流速。

5.4.1.2 水样采集

定量样品(水样/瓶采样品)使用采水瓶按预定水层和规定量在不同深度采取水样,采样间隔设定为 2 m~5 m,涵盖整个深度区间。如 15 m 以浅采表、底二层水样,水深大于 15 m 可采表、中(10 m)和底层三层水样,各层采水 200 mL~500 mL。不同深度的样品最后可以混合在一起作为一个样品代表整个水团。测定叶绿素、初级生产力及水化学参数时可同时采样。

5.4.1.3 样品的固定和保存

- 用于实验室分析的样品采集后须立即固定。用于光学显微镜观察的藻类样品(水样)可以在中性或酸性鲁哥氏碘液(Lugol's)中保存。如果碘液将藻类染成棕黄色而影响分类观察,可以通过在样品中滴加几滴硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)溶液(3 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ /100 mL 水)的方法去除。
- 网采样品可根据样品体积加入 40% 甲醛溶液,加入量为样品体积的 5%。但要小心使用甲醛溶液,因为甲醛散发出强烈的烟气,对人体十分有害。
- 用于藻毒性检测的浮游植物样品,可用拖网反复数次采样,直至采得足够用于检测的样品,集中一起低温保存,并尽快测定或经离心浓缩后于 -20℃ 保存。

5.4.1.4 藻类样品培养

活样品在分类鉴定方面十分有用。现场采集的水样可在低温下(4℃左右)保存并带至实验室进行培养。在实验室里,用生长基按 1:1 比例稀释样品。加二氧化锆($10 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)抑制硅藻类的过渡生

长,培养方法与孢子培养方法(5.4.3)相同;也可以配制特定的营养盐以培养藻类样品(参见附录C)。定期用光学显微镜检查培养液,用微孔移液管分离出可能是有毒种类的藻细胞,进一步培养和进行毒性检测。

5.4.1.5 浮游植物样品的定性和定量分析

5.4.1.5.1 定性分析

首先对浓缩样品进行定性分析,了解其中有害藻类的组成,避免在定量过程中列入非有害种。可使用普通的光学显微镜或相差显微镜进行定性分析。如果使用荧光显微镜分析,可以使用特定的荧光染料如 Calco Flour White MR2,这是一种针对具甲板的双鞭毛藻类细胞纤维素的特异染料。其他常用的荧光染料包括哑叮橙(Acridine Orange)、DAPI等。

5.4.1.5.2 定量分析

对于高浓度的有害藻类(细胞数 $>10^4$ 个/L)的计数可采用复式显微镜进行个体计数;如样品浓度过大,则用过滤海水稀释;但对于低浓度的有害藻类(细胞数 $<10^2 \sim 10^4$ 个 $\cdot \text{dm}^{-3}$),样品在计数前须经过浓缩,采用倒置显微镜或荧光显微镜更为合适。通常情况下,个体小的细胞需要更长的沉降时间。一般来说大细胞(体长 $L>10 \mu\text{m}$)至少需沉降 12 h,较小的细胞要经过 24 h 以上才能开始计数。对于单一种有害藻类赤潮,可使用计数器(Coulter counter)或检测叶绿素含量确定细胞数量或生物量。

5.4.2 底栖微藻

下述步骤主要用于收集附着在大型定植藻体上的底栖微藻:

- 采集 20 g 大型藻类;
- 将所收集的藻类放入容器,加入适量海水并用力摇晃;
- 上述海水通过网目为 $150 \mu\text{m}$ 的套筛;
- 收集小于 $150 \mu\text{m}$ 的藻类;
- 将所收集的藻类进行鉴定、记数并统计。

5.4.3 底泥孢囊

5.4.3.1 含有底泥孢囊的沉积物采集

5.4.3.1.1 采样工具

用于采集底泥孢囊的柱状取样管由 25 mm 管径的透明或不透明塑料管制成,长 200 mm。透明管可在不扰动管内柱状样的情况下进行观察(透明管也有缺点,即如果取样管不贮存在黑暗条件下,光线可能会使柱状样周围的底质发生变化)。斜切管内四周表面,使每个取样管底端削尖,并在取样管的顶端刻上刻度和数字。使用橡皮塞封住取样管的端口,塞紧塞子以保证密封。备足取样管和塞子(每管两个)以满足整个监测的采样需要。采有样品的取样管放进单独的箱子里,保持直立状态。

5.4.3.1.2 采样地点

沉积物柱状样采自调查海区内沉降和累积未受干扰且孢子可能发生的地点。采样地点的选择是基于该区域的深度、水文状况和沉积相特征而决定的。作为一般的指导原则,有 20 cm~30 cm 深、非致密的精细沉积物累积的海域是研究海区环境沉积史的合适地点,从这些地点采集的样品能够提供双鞭毛藻赤潮形成的信息。应该避免在最近刚疏浚过的地点采样。

5.4.3.1.3 样品采集

将取样管压进未受干扰的底质内,留出上端 20 mm~50 mm 的空间,注意不让沉积物从管口上端溢出。在取样管从底质内取出之前,用塞子封住上端口。取出后封起底端口,保持取样管处于密封状态。在进行粒径分析和孢子检查之前,柱状样直立放置在密闭的箱子里,于 4 °C 黑暗中贮藏。柱状样不能冷冻,保持密封直到分析测试。

5.4.3.1.4 采泥器采样

在不具备采集柱状样的情况下可使用采泥器采集底泥样品,并进行孢囊的定性和定量分析。方法是使用 0.05 m^3 的小型采泥器在预定采集点按照沉积物或底栖生物的采样方法进行。样品采集上来以

后放入容器,注意不要扰动,尽量保持其初始状态。在进行粒径分析和孢子检查之前,样品应放置在密闭的箱子里,于 4 ℃ 黑暗中贮藏。

5.4.3.2 沉积样制备和孢子鉴定

采取以下步骤制备沉积样和鉴定孢子

- 小心地把顶部 60 mm 柱状样从取样管里挤压出来,检查之前放密封容器里于 4 ℃ 黑暗贮藏;
- 每份挤压出的样品取约 1 cm³~2 cm³ 与过滤海水充分混成泥浆;
- 取泥浆样 5 mL~10 mL,然后用超声波作用 2 min 去除碎屑颗粒;
- 用 90 μm 网目的筛网过滤样品,收集在 20 μm 网目的筛网上,淘洗去掉沙粒和大的碎屑颗粒;
- 取 1 mL 样品置于计数板上,用复式光学显微镜检查并鉴定孢子。可能的话,每份样品至少要计数 100 个孢子,并用光学显微镜在明视野或干涉光下照相。

5.4.3.3 孢子萌发实验

采取以下步骤进行孢子萌发实验:

- 沉积物分样经过声波分离和粒径分离后,在复式光学显微镜下用微量移液管分离出孢子;
- 用过滤海水洗涤两次;
- 将孢子放进组织培养皿里,培养皿里含有 2 mL 75% 过滤海水,海水里添加有 L1 培养基或 f/2 培养基(见附录 H);
- 另外取粒径 20 μm~90 μm 的样品,放在含有 20 mL 生长基、用 Parafilm^R 胶密封并消毒的聚苯乙烯培养皿里培养,所有培养实验都在温度为 20 ℃、光照强度为 80 μEm⁻²s⁻¹(12 h 光照; 12 h 黑暗)条件下进行;
- 定期检查孢子萌发情况;
- 用微量移液管分离培养出的活跃的游动双鞭毛藻细胞,进行鉴定分析。

5.4.4 浮游动物

按 GB 17378.7 中规定的浮游动物测定方法进行。

5.4.5 微生物监测

按 GB 17378.7 中规定的细菌总数测定方法进行。

5.4.6 叶绿素 α

按 GB 17378.7 中规定的叶绿素 α 测定方法进行。

5.4.7 赤潮毒素检测

5.4.7.1 样品采集

可采用下述方法之一采集用于赤潮毒素检测的样品,每份样品的组织湿重应大于 500 g。

- 采用底栖生物拖网或采泥器采集样品;
- 选定区及周围水域的浮筏养殖贝类样品;
- 选定区周围捕获的贝类或其他海产品样品;
- 市场收购有确实捕获地的新鲜海产品样品;
- 潮间带采集的贝类样品。

5.4.7.2 样品处理

用于检测赤潮毒素的生物样品按下述步骤操作:

- 现场采集的样品作好标记,每个站位选取数个置于样品瓶中,加入适量甲醛固定,用以分析其胃含物中浮游植物的种类及数量情况;其余样品放入冰瓶或低温冷藏箱带回实验室;
- 可立即用以进行贝毒分析的样品经冲洗外壳,取其软组织或消化腺按下文所述贝毒检测方法进行不同的预处理;
- 暂时不能测定贝毒或鱼毒的样品放入低温冷柜(-20 ℃)中保存。

5.4.7.3 麻痹性贝毒(PSP)检测——小白鼠生物检测法

按 GB 17378.7 中规定的赤潮毒素——麻痹性贝毒的检测方法测定。

5.4.7.4 腹泻性贝毒(DSP)检测——小白鼠生物检测法

5.4.7.4.1 适用范围

本方法适用于检测贝类或藻类样品中腹泻性贝毒。

5.4.7.4.2 仪器设备

- 旋转蒸发器；
- 均质器,注射器；
- 天平:感量 0.1 g；
- 冰箱；
- 一般实验常用仪器和设备。

5.4.7.4.3 试剂

- 丙酮(分析纯)；
- 乙醚(分析纯)；
- 1% 吐温 60(Tween 60)生理盐水。

5.4.7.4.4 实验材料

选择体重约 16 g~20 g 的 ICR 系健康雄性小白鼠,每个贝类或藻类样品使用 3 只小白鼠,总数量视实验批次而定。采用腹腔注射方法,由受试小白鼠的存活情况和提取液的稀释情况计算毒素含量。毒素含量以鼠单位(MU)表示。

5.4.7.4.5 测试样品制备¹⁾

用于检测 DSP 毒素的贝类样品按下述步骤操作：

- 打开贝壳,取出软组织,控水 5 min,称取 200 g 以上的量置于组织匀浆器中匀浆；
- 称取 200 g 贝类匀浆,置于均质器中,加 3 倍量丙酮至少均质 2 min,用布氏漏斗抽滤并收集滤液；
- 对残渣以检样两倍量丙酮抽滤两次,合并滤液；
- 将滤液移入旋转蒸发器内,减压浓缩去除丙酮直至液体表面分离出油状物；
- 将浓缩物移入分液漏斗内,加 100 mL~200 mL 乙醚和少量水,洗下沾壁部分,轻轻振荡,静置后除去水层；
- 用相当于乙醚半量的蒸馏水洗醚层两次,再将醚层移入 300 mL~500 mL 的平底烧瓶中,减压浓缩去除乙醚；
- 以少量乙醚将浓缩物移入 50 或 100 mL 的平底烧瓶中,再次减压浓缩去除乙醚；
- 用 10 mL 吐温 60 生理盐水(1%)悬浮浓缩物,并移入刻度试管内,使 1 mL 液量相当于贝类组织 20 g 的量,将此悬浮液作为试验溶液或进一步稀释 4 倍或 16 倍的试液。

5.4.7.4.6 毒性测试

DSP 的小白鼠生物检测方法操作步骤如下：

- 取 2~3 只小白鼠分别于腹腔内注射 1 mL 1% 吐温 60 生理盐水作为对照；
- 分别将 1 mL 的试液注射到 3 只小白鼠的腹腔内；
- 观察自注射开始到 24 h 后小白鼠的存活情况,求出 1 组 3 只中死亡 2 只以上的最小注射量。

5.4.7.4.7 毒素含量计算

毒素含量以鼠单位(MU)表示,1 个鼠单位(MU)的定义是使体重 16 g~20 g 的小白鼠在 24 h 内死亡的毒量。每试验小组的小白鼠(3 只)在 24 h 内死亡 2 只以上时,依表 2 的最小注射量及最大稀释倍

1) 以贝类消化腺为检样时取样量为 20 g。

数计算每 g 贝类软组织中的 DSP 毒素含量。

表 2 注射量与毒性的关系

试液	注射量/ mL	检样量 ^a / g	毒素含量 MU/g(贝类组织)
原液	1.0	20.000	0.05
原液	0.5	10.000	0.1
4 倍稀释液	1.0	5.000	0.2
4 倍稀释液	0.5	2.500	0.4
16 倍稀释液	1.0	1.250	0.8
16 倍稀释液	0.5	0.625	1.6
^a 以消化腺为检样时相当于含有消化腺的去壳贝肉量。			

5.4.7.5 神经性贝毒(NSP)检测——小白鼠生物检测法

5.4.7.5.1 适用范围

本方法适用于检测贝类或藻类样品中神经性贝毒。

5.4.7.5.2 仪器设备

- 电子匀浆器；
- 分析天平；
- 加热板；
- 带有 250 mL 离心管的防爆离心机(用箔覆盖)；
- 防爆化学头罩；
- 1 000 mL 分液漏斗；
- 400 mL 烧杯；
- 一次性注射器(26 号针头,不能重复使用)；
- 秒表(记录到至少 1 s)。

5.4.7.5.3 试剂

- 浓盐酸 HCl(分析纯)；
- 氯化钠 NaCl(分析纯)；
- 棉籽油(化学纯)；
- 无水二乙醚(分析纯),使用未开封的醚(过氧化物可降低毒性)。

5.4.7.5.4 实验材料

5.4.7.5.4.1 实验动物

选择体重约 15 g~25 g 的健康雄性天竺鼠(瑞士韦斯特品系 Swiss-Webster strain Albino-mice),重量最好在(20±1)g,需保证小鼠的充分采食,但不要过量采食。每个贝类或藻类样品使用 3 只以上小鼠,不要重复使用活下来的鼠。采用腹腔注射方法,由受试小鼠的存活情况和提取液的稀释情况计算毒素含量。毒素含量以鼠单位表示。

5.4.7.5.4.2 测试样品

干净、去壳、脱水的贝类(100 g 匀浆需要相当于 2 个大蛤或 8 到 10 个小牡蛎的贝类数量)。

5.4.7.5.5 样品的制备和提取

用于检测 NSP 毒素的贝类样品按下述步骤操作：

- 贝类组织在电子匀浆器内高速匀浆 5 min;
- 称取 100 g 匀浆置于一个预先称量的 400 mL 烧杯中,加入 5 g NaCl 和 1 mL 浓盐酸,充分搅拌;
- 混合物加热至沸腾并煮沸 5 min,充分搅拌,然后冷却至室温并转移到 1 000 mL 分液漏斗中;
- 无水二乙醚清洗烧杯,再将醚加入到分液漏斗中(接下来所有步骤皆应戴上防爆头罩);
- 加 100 mL 无水二乙醚至匀浆中,盖上塞子,强烈震荡 5 min(要经常通风);
- 2 000 转离心 15 min,小心倾倒上层澄清的黄色醚层至 1 000 mL 分液漏斗中,将固体留在离心管中;
- 反复抽提三次以上,直至使用过的醚总量达 400 mL;
- 弃去离心管底层包括小的贝类组织块和/或水乳化液,只留下醚层。转移醚提取液至一个 400 mL 预先称量好的烧杯中,直到接近 0.01 g;
- 让醚在通风橱中蒸发,直至看不见烟雾的踪迹。油状残余物即毒素粗提物,将其保留并密封冷冻以备用于生化测定。

5.4.7.5.6 毒性检测

NSP 的小白鼠生物检测方法操作步骤如下:

- 取 9.17 g 粗制毒素残余物与棉籽油混合,油与毒素混合后容量达 10 mL。用搅棒尽可能的彻底混匀并将余下的不溶物质打碎;
- 慢慢用注射器吸取 1 mL 棉籽油混合物,将其小心注射进两个已经称重的小鼠腹部后腿前方。如果有一滴以上的注射混合液从小鼠体中泄漏出来,放弃这只小鼠,重新注射。记录注射的时间;
- 如果这两只鼠存活 2 h,用 1 mL 棉籽油混合物再注射三只以上的小鼠;
- 如果两只小鼠在不到 2 h 内死亡,将液体进行稀释直至注射液导致小鼠在 2 h~6 h 内死亡(建议稀释度为 1:1.25,通过向余下来的 8 mL 棉籽油混合物中加入 2 mL 棉籽油来完成)。如必要,应反复稀释。当适当的稀释度被找到时,注射三只以上的小鼠;
- 连续观察小鼠 6 h,死亡时间为从小鼠注射开始到最后死亡。小鼠一死眼睛立刻变暗。如果小鼠存活 6 h,持续观察 24 h;
- 6 h 连续观察期间试验敏感度的最低极限为 20 MU/100 g 贝类组织。连续观察时间持续到 15.5 h,试验敏感度将提高到 10 MU/100 g 贝类。如果 24 h 持续观察时间内小鼠出现死亡,说明毒素含量较低;
- 试验期间小鼠可能不出现死亡,但 NSP 中毒的生理症状可以被观察到。较低含量 NSP 的中毒的症状(非致死)普遍表现为足无力,失衡,偶尔的呼吸痉挛,以及持续的无活力。急性中毒症状包括由前后肢瘫痪引起的不稳定性,呼吸困难,体力衰竭或活跃异常。只注射棉籽油,观察非中毒行为作对照。

5.4.7.5.7 毒性计算

按式(1)计算 100 g 贝类软组织中的毒素含量(MU/100 g):

$$\rho = DAB \dots\dots\dots (1)$$

式中:

A——每试验组小白鼠平均死亡时间在表 3 中查得的相应鼠单位;

B——每试验组小白鼠平均体重重量修正值;

D——提取液的稀释倍数。

表 3 小白鼠死亡时间与鼠单位关系表

20 g 重小白鼠		其他重量的小白鼠	
死亡时间/ s	鼠单位/ MU	鼠的重量/ g	重量修正值
8	10.0	15	0.69
10	9.0	16	0.75
12	8.0	17	0.81
14	7.0	18	0.87
16	6.0	19	0.94
18	5.0	20	1.00
20	4.5	21	1.06
30	4.0	22	1.12
38	3.8	23	1.18
45	3.6	24	1.24
60	3.4	25	1.30
83	3.2	26	1.36
105	3.0		
140	2.8		
180	2.6		
234	2.4		
300	2.2		
360	2.0		
435	1.8		
540	1.6		
645	1.4		
780	1.2		
930	1.0		

根据以下几点说明,结合计算结果确定 NSP 毒素的含量:

- 如果不做另外的稀释度,以最初添加棉籽油到 10 mL 为基础,使用 10 倍稀释度。
- 如果做另外的稀释,应考虑其他因素,需添加表 3 所列死亡时间和重量修正值。例如:如果一只重 22.3 g 的鼠在 390 min 内死亡,使用最初稀释度,那么 $MU=1.9 \times 1.14 \times 10=21.7$;
- 如果鼠在连续观察后死亡,即使小鼠是在连续观察的末期发生死亡,也要计算毒性(MU)。结果可以用不确定值“小于”来表示,因为在这一时间段中测试结果低于试验设计的敏感性;
- 如果鼠在 24 h 内存活,则毒性结果为 <10 MU,因为试验最低的可重复敏感性是 10 MU/100 g 贝类软组织;
- 如果鼠 100%死亡,而且死亡时间确定,计算 MU 的均值;如果观察到鼠小于 100%的死亡率或死亡时间确定,可以计算 MU 的中值;
- 当报道非确定毒性时,记录 24 h 内死亡的小鼠数量;或者如果小鼠没有死亡,报道毒素未检出 (<10 MU/100 g 贝类组织)。每 100 g 贝类组织中任何可检出的毒素水平对于人类健康都存

在潜在的不安全性。

5.4.7.6 失忆性贝毒(ASP)检测——小白鼠生物检测法

5.4.7.6.1 适用范围

本方法适用于检测贝类或藻类样品中失忆性贝毒。

该方法对贝类组织中高浓度毒素成分($300\ \mu\text{g/g}\sim 1\ 000\ \mu\text{g/g}$)贝类组织的检测十分成功,但不适用于作用水平在 $20\ \mu\text{g/g}$ 贝类组织的情况。

5.4.7.6.2 检出限

检出限为 $40\ \mu\text{g/g}$ 贝类软组织。

5.4.7.6.3 检测步骤:

失忆性贝毒鼠生物测试法按照 GB 17378.7 中规定的麻痹性贝毒(PSP)的毒性分析方法进行。因 ASP 对小鼠有独特的搔抓症状反应,需要进行 15 min 以上的连续观察,持续观察时间延长至 4 h 以上。

5.4.7.7 西加鱼毒素(CFP)检测——小白鼠生物检测法

5.4.7.7.1 适用范围

本方法适用于检测鱼类或藻类样品中西加鱼毒素(CTXs,1 个鼠单位约 5 ng CTX-1),本方法可检测到 20 mg 受污染的鱼肉组织中所含的毒素。

5.4.7.7.2 样品初步处理

用于检测 CFP 毒素的鱼类样品按下述步骤操作:

- 鱼类组织样品($>50\ \text{g}$)放入塑料烹调袋中于 $70\ ^\circ\text{C}$ 水浴约 15 min,样品切碎,加入丙酮 $[3:1(\text{mL}:\text{g})]$,匀浆 5 min~15 min;
- 丙酮悬浮液通过 Whatman #1 滤纸,收集滤液;重复匀浆和过滤的步骤,合并滤液,于 $55\ ^\circ\text{C}$ 旋转蒸发,除去丙酮和大部分的水分;
- 按每 100 g 组织样品加 50 mL 甲醇-水(9:1)(体积比)溶液,在分液漏斗内加入 1:1(体积比)正己醇-水,摇匀,静置后除去表层己醇,用己醇再次提取甲醇-水层, $55\ ^\circ\text{C}$ 旋转蒸发除去丙酮和大部分水分;
- 按每 100 g 组织样品加 50 mL 正乙醇-水(1:3)溶液,在分液漏斗内加入 1:1(体积比)己醚-水,摇匀,静置后收集表层醚层,用己醚再次提取水层两次,由 $40\ ^\circ\text{C}$ 升至 $55\ ^\circ\text{C}$ 旋转蒸发干燥冷却下来的醚组分,即为提取出的 CTXs。

5.4.7.7.3 用作注射液的乙醚提取液的制备

根据以下步骤制备用作注射液的乙醚提取液:

- 将上述提取液用二氯甲烷-甲醇(97:3)溶解至一定体积;
- 移取一定数量的待测样品的等分溶液;
- 使用旋转蒸发或吹氮法除去溶剂;
- 干燥物中加入 1%~5% 的 Tween-60/0.9% 生理盐水溶液,使终体积保持在每份注射量 0.1~0.5 mL。

5.4.7.7.4 毒性检测

CFP 的小白鼠生物检测方法操作步骤如下:

- 选择不同性别的 18 g~22 g 体重的小白鼠于 $25\ ^\circ\text{C}$ 室温下喂养(L:D=12:12);
- 标定注射部位,放于细铁丝笼中(勿重复使用);
- 用 1 mL 的注射器抽取所需体积 0.1 mL~0.5 mL 的注射液;
- 预试验首先在小鼠腹部注入 $\leq 20\ \text{mg}$ 提取物的剂量;
- 计录每只小鼠的注射时间、体重、性别、注射剂量(提取物重量,g)、发作时间、自然反应和死亡时间等(最少观察 24 h);
- 每一剂量最少用两只小鼠,如在 40 min 内死亡(Ciguatoxin 量超过 10 MU),在低毒情况下(约

2 MU)重新开始试验;

——如提取物引起低体温($<33\text{ }^{\circ}\text{C}$)、呼吸困难、喘气以及持续腹泻、流泪和/或多涎,根据式(2)计算混合毒素的鼠单位:

$$\lg \text{MU} = 2.3 \lg(1 + T^{-1}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中, T 为死亡时间(s);

——如产生上述症状但不致死,4 d后体重急剧下降,约含有0.5 MU。

5.5 水化学要素监测

5.5.1 溶解氧(DO)——碘量法

采用GB 17378.4规定的测定方法。

5.5.2 pH值——pH计法

采用GB 17378.4规定的测定方法。

5.5.3 化学需氧量(COD)——碱性高锰酸钾法

采用GB 17378.4规定的测定方法。

5.5.4 硝酸盐(NO_3^-)——锌镉还原法

采用GB 17378.4规定的测定方法。

5.5.5 亚硝酸盐(NO_2^-)——重氮-偶氮分光光度法

采用GB 17378.4规定的测定方法。

5.5.6 氨(NH_4^+)——靛酚蓝分光光度法

采用GB 17378.4规定的测定方法。

5.5.7 无机磷——磷钼蓝分光光度法

采用GB 17378.4规定的测定方法。

5.5.8 活性硅酸盐(SiO_3^{2-})——硅钼黄法和硅钼蓝法

采用GB 17378.4规定的测定方法。

5.5.9 铁(Fe)——原子吸收分光光度法

海水中痕量铁元素的测定参见附录D。

5.5.10 锰(Mn)——原子吸收分光光度法

海水中痕量锰元素的测定参见附录E。

5.5.11 海水中维生素 $\text{B}_1(\text{V}_{\text{B}1})$ ——荧光测定法

海水中维生素 $\text{B}_1(\text{V}_{\text{B}1})$ 的测定参见附录F。

5.5.12 海水中维生素 $\text{B}_{12}(\text{V}_{\text{B}12})$ ——生物培养 C^{14} 测定法

海水中维生素 $\text{B}_{12}(\text{V}_{\text{B}12})$ 的测定参见附录G。

5.6 赤潮遥感监测技术

赤潮遥感监测技术参见附录H。

6 赤潮监测与分析指标

6.1 赤潮判别指标

6.1.1 感官指标

海水的颜色、臭味和透明度等是初步判定水域是否发生赤潮的直观指标。颜色变化,海水透明度低,产生恶臭,发粘等是发生赤潮的指标性特征。

6.1.2 生物量指标

赤潮生物量是指该海域的浮游生物群落组成中,赤潮生物种类在单位水体中的个体数,与形成赤潮的生物个体大小密切相关。表4为判断是否形成赤潮的赤潮生物个体与生物量标准的参考指标(细胞基准密度的参考指标参见附录B)。

表 4 赤潮生物个体与生物量标准

赤潮生物体长/ μm	赤潮生物细胞浓度/ (个 $\cdot\text{dm}^{-3}$)
<10	$>10^7$
10~29	$>10^6$
30~99	$>2\times 10^5$
100~299	$>10^5$
300~1 000	$>3\times 10^3$

测站采得的赤潮生物个体大小和浓度分别达到上表所列的浓度,即可判断为赤潮。临近表中所列密度和浓度值,可视为赤潮前兆或消退状态;小于该密度和浓度值而恢复到海域原有的生物量,可视为正常或赤潮消失状态。

6.1.3 营养质量指标

6.1.3.1 单项指标

表 5 为判断海水水质营养状况的单项指标。

表 5 富营养化阈值的单项指标

富营养化指标	COD/ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	无机氮/ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	无机磷/ $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	叶绿素 a/ $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$	初级生产力/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$
水质评价	1~3	0.2~0.3	0.045	1~10	1~10

6.1.3.2 综合指标

6.1.3.2.1 营养指数法(E)

营养指数(E)按式(3)计算:

$$E = \frac{\text{COD} \times \text{无机氮} \times \text{无机磷} \times 10^6}{4\ 500} \dots\dots\dots (3)$$

公式单位以 mg/L 表示,如 $E \geq 1$,则水体呈富营养化状态。

6.1.3.2.2 营养状态质量指数(NQI)

营养状态质量指数(NQI)按式(4)计算:

$$\text{NQI} = \frac{c_{\text{COD}}}{c'_{\text{COD}}} + \frac{c_{\text{T-N}}}{c'_{\text{T-N}}} + \frac{c_{\text{T-P}}}{c'_{\text{T-P}}} + \frac{c_{\text{Chl-a}}}{c'_{\text{Chl-a}}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

c_{COD} 、 $c_{\text{T-N}}$ 、 $c_{\text{T-P}}$ 、 $c_{\text{Chl-a}}$ 分别为水体的化学需氧量、总氮、总磷和叶绿素 a 的测量浓度;

c'_{COD} 、 $c'_{\text{T-N}}$ 、 $c'_{\text{T-P}}$ 、 $c'_{\text{Chl-a}}$ 分别为水体的上述各项指标的评价标准,其中:

$c'_{\text{COD}} = 3.0 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$; $c'_{\text{T-N}} = 0.6 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$; $c'_{\text{T-P}} = 0.03 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$; $c'_{\text{Chl-a}} = 10 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。

根据式(4)的计算结果,查表 6 即可得出海水营养状况的评价结果。

表 6 营养状态质量指数(NQI)与海域富营养化关系

NQI 值	<2	2~3	>3
水质评价	贫营养水平	中营养水平	富营养水平

6.1.3.2.3 有机污染评价指数法(A)

有机污染评价指数(A)按式(5)计算:

$$A = \frac{\text{COD}}{\text{COD}_0} + \frac{\text{DIN}}{\text{DIN}_0} + \frac{\text{DIP}}{\text{DIP}_0} - \frac{\text{DO}}{\text{DO}_0} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

COD、DIN、DIP 和 DO 分别为水体中化学需氧量、溶解态无机氮、溶解态无机磷和溶解氧的实测

浓度；

COD₀、DIN₀、DIP₀ 和 DO₀ 分别为水体的上述各项指标的评价标准,其中:
COD₀=3.0 mg·dm⁻³;DIN₀=0.10 mg·dm⁻³;DIP₀=0.015 mg·dm⁻³;DO₀=5.0 mg·dm⁻³。
根据式(5)的计算结果,查表 7 即可得出海域有机污染状况的评价结果。

表 7 海域有机污染评价分级表

A 值	<0	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
污染程度分级	0	1	2	3	4	5
水质评价	良好	较好	开始受到污染	轻度污染	中度污染	严重污染

6.1.3.2.4 生物多样性指数(H')

生物多样性指数(H')(Shannon-Weaver 种类多样性指数)按式(6)计算:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \dots\dots\dots (6)$$

式中:

H'——海域浮游植物的种类多样性指数;
P_i——第 i 种的细胞个数与总细胞数的比值。

根据式(6)的计算结果,查表 8 即可得出海域浮游植物生物多样性与海域污染状况的评价结果。

表 8 生物多样性指数(H')与海域污染程度的关系

H' 值	3~4	2~3	1~2	<1
水质评价	清洁区域	轻度污染	中度污染	严重污染

注:赤潮发生时生物的多样性指数通常在 0~1 之间,是严重富营养化的表现。

6.2 赤潮毒素与毒性指标

6.2.1 赤潮类型与危害

赤潮类型及其危害见附录 I 表 I.1。

6.2.2 有毒藻类浓度与管理行为

不同国家养殖区有毒藻类浓度与管理行为见附录 I 表 I.2。

6.2.3 中国近海对海洋生物产生影响的主要藻类

中国近海对海洋生物产生影响的主要藻类见附录 I 表 I.3。

6.2.4 不同类型赤潮毒素的作用与症状

不同类型赤潮毒素的作用与症状见附录 J 表 J.1。

6.2.5 赤潮毒素的毒性标准

不同国家和地区及本规程提出的赤潮毒素警戒标准与分析方法见附录 J 表 J.2。

6.2.5.1 麻痹性贝毒(PSP)警戒标准

PSP 毒素的警戒标准为每 100 g 贝类软组织中 STX(石房蛤毒素)含量不得高于 80 μg(相当于 400 MU)。

6.2.5.2 腹泻性贝毒(DSP)警戒标准

DSP 毒素的警戒标准为小鼠的存活情况,即使用鼠生物测定法时,24 h 内 3 只小鼠死亡 2 只以上为警戒浓度,相当于 20 μg OA(大田软海绵酸)/100 g 贝类软组织。

6.2.5.3 失忆性贝毒(ASP)警戒标准

推荐使用生物法或 HPLC 法(高效液相色谱法)检测 ASP 毒素,警戒标准暂定为 2 mg DA(软骨藻酸)/100g 贝类软组织。

6.3 赤潮经济损失评估

赤潮经济损失评估方法参见附录 K。

7 海洋赤潮监测数据报表与赤潮监测(预警)报告编制

海洋赤潮监测数据报表见附录 L;赤潮监测(预警)报告的编制应遵照附录 M 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
赤潮监测出海前准备

A.1 设备检修

检修船上各种采样设备,包括绞车、吊杆、钢丝绳($\phi 14.8$ mm 左右)、计数器等以及冲水设备,如冲洗网具用的水泵、水管及冲洗网底用的水桶、吸水球等。

A.2 样品与固定剂

根据调查站数、层次计算采样数量,配以足量有编号的样品瓶(500 mL 广口瓶)、固定剂及其他器材,固定剂包括以下内容。

A.2.1 甲醛

用于固定各种网采的浮游生物,用量按标本瓶容量的 5% 准备(例如每 500 mL 的标本瓶需准备 25 mL 的甲醛)。

A.2.2 鲁哥氏(Lugol's)碘液

将 100 g KI 溶于 1 L 蒸馏水,然后溶入 50 g 结晶碘,使之成为碘的饱和溶液,再加入 100 g 冰醋酸,即成为酸性鲁哥氏碘液。用于固定采水样品时,每升水样加碘液 2 mL~4 mL,使溶液显示淡褐色即成。

A.3 浮游生物采样工具

A.3.1 采水器

用于采集浮游植物水样的工具,可采用颠倒采水器或球盖式有机玻璃采水器。

A.3.2 网具

浅水Ⅲ型浮游生物网,用于垂直或分层采集浮游植物的主要工具,浅水Ⅱ型浮游生物网,用于垂直或分层采集夜光藻和中小型浮游生物的工具,可对浮游生物样品进行定性和定量分析。

A.3.3 甲藻类浮游生物网

用小型手拖浮游生物网采集水体里甲藻。网高 450 mm,网口内径 250 mm,网底口直径为 50 mm。该网是由 20 μ m HD Nylal 筛绢做成,由系带系在直径 5 mm 的不锈钢棒制成的内径 250 mm 网圈上。网底口连接一个塑料旋口采样瓶,采样瓶用一个环形压圈连在网底口上。

A.3.4 浮游动物拖网

用标准的 100 μ m 网目浮游生物拖网采集浮游动物。网长 1 m~5 m,网口内径 700 mm,网底口内径 100 mm。该网由系带系在一个由直径 20 mm~25 mm 镀锌钢管制成的直径 700 mm 网圈上。网上装有闭锁器,拉紧拉绳即将网关闭。网圈上增加重物以达到合适的下网速度。网底口连接一个塑料或不锈钢杯子,通过此杯底部的排放孔可以排出杯内的水或将其从网上拧下,取出浮游生物样品。

A.3.5 底栖微藻

150 μ m 的尼龙或铜制套筛。

A.3.6 底泥孢囊柱状取样管

用于检测双鞭毛藻孢囊,柱状取样管由内径 25 mm,长 200 mm 透明塑料管制成。

A.3.7 其他工具

包括网底管、闭锁器、沉锤(重 5 kg~30 kg)、偏角器、流量计等。

附 录 B
(资料性附录)
中国近岸、近海赤潮生物

中国近岸、近海赤潮生物种名录及形成赤潮时的基准浓度见表 B.1。

表 B.1 中国近岸、近海赤潮生物种名录及形成赤潮时的基准浓度

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
蓝藻门	Cyanophyta					
蓝藻纲	Cyanophyceae Garrity, Winters & Searles 2001					
念珠藻目	Nostocales Hoek 1997					
(Syn.) 颤藻目	Oscillatoriales R. Rippka, et al., 1979					
颤藻科	Oscillatoriaceae Friedmann 1982					
颤藻属	Oscillatoria Vaucher ex Gomont 1893					
(Syn.) 束毛藻属	Trichodesmium Bergey 2000					
1. 红海颤藻	Oscillatoria erythraea (Ehrenberg) Kützing		500	+	+	+
(Syn.) 红海束毛藻	Trichodesmium erythraeum Ehrenberg 1892					
2. 汉氏颤藻	Oscillatoria hildebrandtii		100		+	+
(Syn.) 汉氏束毛藻	Trichodesmium hildebrandtii					
3. 薛氏颤藻	Oscillatoria thiebautii		500		+	+
(Syn.) 薛氏束毛藻	Trichodesmium thiebautii Gomont 1892					
硅藻门	Bacillariophyta					
中心硅藻纲	Centricae Simonsen 1979, Von Stosch 1982					
盒形藻目	Biddulphiales Tomas 1997					
圆筛藻亚目	Coscinodiscineae Kützing 1844					
海链藻科	Thalassiosiraceae Lebour 1930 emend. Hasle 1973					
小环藻属	Cyclotella (Kützing 1833) Brébisson 1838					
4. 隐秘小环藻	Cyclotella cryptica Reimann, Lewin & Guillard 1963		500		+	+
骨条藻属	Skeletonema Greville 1865					
5. 中肋骨条藻	Skeletonema costatum (Greville) Cleve 1900					
(Bas.) 中肋直链藻	Melosira costata Greville 1866		1 000	+	+	+
(Bas.)	Melosira subsalsa A. Cleve 1873					
海链藻属	Thalassiosira Cleve 1873 emend. Hasle 1973					
6. 透明海链藻	Thalassiosira hyalina (Grunow) Gran 1897		60	+		
7. 诺氏海链藻	Thalassiosira nordenskioeldii Cleve 1873		60	+	+	+
8. 太平洋海链藻	Thalassiosira pacifica Gran & Angst 1931		20	+	+	
9. 圆海链藻	Thalassiosira rotula Meunier 1910		20	+	+	+
10. 细弱海链藻	Thalassiosira subtilis (Ostenfeld) Gran 1900		60	+	+	+
(Bas.)	Podosira (?) subtilis Ostenfeld 1903					
11. 威氏海链藻	Thalassiosira weissflogii (Grunow) G. Fryxell & Hasle 1977					
(Bas.)	Micropodiscus weissflogii Grunow in Van Heurck 1885		500	+	+	+
(Syn.)	Thalassiosira fluviatilis Hustedt 1926					

表 B.1 (续)

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
直链藻科	Melosiraceae Kützinger 1844					
帕拉藻属	Paralia Heiberg 1863					
12. 具槽帕拉藻 (Bas.)	Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve 1873		60	+	+	+
(Syn.)具槽直链藻	Gaillonella sulcata lcataEhrenberg 1838					
冠盖藻属	Melosira sulcata (Ehrenberg) Kützinger 1844					
13. 掌状冠盖藻 (Bas.)	Stephanopyxis (Ehrenberg) Ehrenberg 1845					
(Bas.)	Stephanopyxis palmeriana (Greville) Grunow 1884		10	+	+	+
	Greswellia turris Arnott in Greville					
	Greswellia palmeriana Greville					
细柱藻科	Leptocylindraceae Lebour 1930					
细柱藻属	Leptocylindrus Cleve 1889					
14. 丹麦细柱藻	Leptocylindrus danicus Cleve 1889		20	+	+	+
15. 地中海细柱藻 (Bas.)地中海指管藻	Leptocylindrus mediterraneus (H. Peragallo) Hasle 1975		50	+	+	+
	Dactyliosolen mediterraneus H. Peragallo 1975					
圆筛藻科	Coscinodiscaceae Kützinger 1844					
圆筛藻属	Coscinodiscus Ehrenberg 1839 emend. Hasle & Sims 1986					
16. 星脐圆筛藻	Coscinodiscus asteromphalus Ehrenberg 1844		10	+	+	+
17. 中心圆筛藻	Coscinodiscus centralis Ehrenberg 1844		15	+	+	
18. 巨形圆筛藻	Coscinodiscus gigas Ehrenberg 1841		10		+	+
19. 格氏圆筛藻	Coscinodiscus granii Gough 1905		15	+	+	+
20. 琼氏圆筛藻 (Bas.)琼氏眼纹藻	Coscinodiscus jonesianus (Greville) Ostenfeld 1915		10	+	+	+
	Eupodiscus jonesianus Greville 1862					
21. 辐射圆筛藻	Coscinodiscus radiatus Ehrenberg 1841		15	+	+	+
22. 威氏圆筛藻	Coscinodiscus wailesii Gran & Angst 1931		5	+	+	+
23. 孔圆筛藻	Coscinodiscus perforatus Ehrenberg 1845		15	+	+	+
盒形藻亚目	Biddulphiinae Tomas 1997					
眼纹藻科	Eupodiscaceae Kützinger 1849					
齿状藻属	Odontella C. A. Agardh 1832					
24. 长耳齿状藻 (Syn.)长耳盒形藻	Odontella aurita (Lyngbye) C. A. Agardh 1832		60	+	+	+
	Biddulphia aurita (Lyngbye) Brébisson 1838					
25. 中华齿状藻 (Syn.)中华盒形藻	Odontella sinensis (Greville) Grunow 1884		10	+	+	
	Biddulphia sinensis Greville 1866					
角毛藻科	Chaetocerotaceae Ralfs in Prichard 1861					
角毛藻属	Chaetoceros Ehrenberg 1844					
26. 窄隙角毛藻 (Syn.)	Chaetoceros affinis Lauder 1864		500	+	+	+
(Syn.)	Chaetoceros scühttii Cleve & Gran 1905					
	Chaetoceros javanicum Cleve, Allen & Cupp 1935					
27. 大西洋角毛藻	Chaetoceros atlanticus Cleve 1873		100	+	+	
28. 扁面角毛藻 (Syn.)	Chaetoceros compressus Lauder 1864b		500	+	+	+
	Chaetoceros contortus scühttt 1895					

表 B.1 (续)

中 文 名 称	拉 丁 名 称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分 布 情 况		
				黄渤海	东海	南海
29. 旋链角毛藻	Chaetoceros curvisetus Cleve 1889		500	+	+	+
30. 柔弱角毛藻	Chaetoceros debilis Cleve 1894a		100	+	+	+
31. 皇冠角毛藻	Chaetoceros diadema (Ehrenberg) Gran 1897b					
(Bas.)	Syndendrium diadema Ehrenberg 1854		100	+	+	
(Syn.) 冕孢角毛藻	Chaetoceros subsecundus (Grunow) Hustedt 1930					
(Syn.)	Chaetoceros distans var. subsecunda Grunow in Heurck 1885					
32. 双突角毛藻	Chaetoceros didymus Ehrenberg 1845b		100	+	+	+
33. 细齿角毛藻	Chaetoceros denticulatus Lauder 1864		100		+	+
34. 垂缘角毛藻	Chaetoceros laciniosus Schütt 1895		100	+	+	+
35. 洛氏角毛藻	Chaetoceros lorenzianus Grunow 1863		100	+	+	+
36. 秘鲁角毛藻	Chaetoceros peruvianus Brightwell 1856		100	+	+	+
(Syn.) 智利角毛藻	Chaetoceros chilensis Krasske 1941					
37. 拟弯角毛藻	Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin 1910		100	+	+	+
38. 暹罗角毛藻	Chaetoceros siamense Ostenfeld 1902		100	+	+	+
39. 聚生角毛藻	Chaetoceros socialis Lauder 1864a		1 000	+	+	+
半管藻科	Hemiaulaceae Jousé, Kisselev, & Poretsky 1949					
弯角藻属	Eucampia Ehrenberg 1839					
40. 短角弯角藻	Eucampia zodiacus Ehrenberg 1841a		20	+	+	+
石鼓藻科	Lithodesmiaceae Peragallo 1897-1908 emend. Simonsen 1979					
双尾藻属	Ditylum J. W. Bailey ex L. W. Bailey 1861					
41. 布氏双尾藻	Ditylum brightwellii (West) Grunow 1881		100	+	+	+
根管藻亚目	Rhizosoleniineae (P. Silva) Tomas 1997					
根管藻科	Rhizosoleniaceae Petit 1888					
根管藻属	Rhizosolenia (Ehrenberg) Brightwell 1858					
42. 细长翼根管藻	Rhizosolenia alata f. gracillima (Cleve) Gran 1905					
(Syn.) 细长翼根管藻	Rhizosolenia alata var. gracillima Grunow 1880-1885		50	+	+	+
(Syn.) 细长根管藻	Rhizosolenia gracillima Cleve 1881					
43. 印度翼根管藻	Rhizosolenia alata f. indica (Péragallo) Ostenfeld 1901		20	+	+	+
44. 半棘钝根管藻	Rhizosolenia hebetata f. semispina (Hansen) Gran 1904		20	+		+
(Bas.) 半棘根管藻	Rhizosolenia semispina Hansen 1887					
45. 刚毛根管藻	Rhizosolenia setigera Brightwell 1858a		50	+	+	+
46. 笔尖根管藻	Rhizosolenia styliformis Brightwell 1858a		20	+	+	+
(Syn.) 长笔尖根管藻	Rhizosolenia styliformis f. longispina Hustedt 1914					
47. 宽笔尖形根管藻	Rhizosolenia styliformis var. latissima Brightwell 1858		20		+	+
48. 长笔尖形根管藻	Rhizosolenia styliformis var. longispina Hustedt 1914		20	+	+	+
几内亚藻属	Guinardia H. Peragallo 1892					
49. 柔弱几内亚藻	Guinardia delicatula (Cleve) Hasle comb. nov.		100	+	+	+
(Bas.) 柔弱根管藻	Rhizosolenia delicatula Cleve 1900b					
50. 萎软几内亚藻	Guinardia flaccida (Castracane) Peragallo 1892		20	+	+	+
(Bas.) 萎软根管藻	Rhizosolenia (?) flaccida Castracane 1886					

表 B.1 (续)

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
51. 条纹几内亚藻 (Bas.) 条纹弯角藻 (Syn.) 斯氏根管藻 指管藻属	Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle comb. nov. Eucampia striata Stolterfoth 1879 Rhizosolenia stolterfothii H. Peragallo 1888 Dactyliosolen Castracane 1886		10	+	+	+
52. 脆指管藻 (Bas.) 脆根管藻 羽纹硅藻纲 棍形藻目 脆杆藻亚目 脆杆藻科 拟星杆藻属	Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle comb. nov. Rhizosolenia fragilissima Bergon 1903 Pennataes Schütt Round et al., 1990 Bacillariales Anonymous 1975, Round et al., 1990 Fragilariineae Tomas 1997 Fragilariaceae Greville 1833 Asterionellopsis Round in Round et al., 1990		50	+	+	+
53. 冰河拟星杆藻 (Bas.) 冰河星杆藻 (Syn.) 日本星杆藻	Asterionellopsis glacialis (Castracane) F. E. Round 1990 Asterionella glacialis Castracane 1886 Asterionella japonica Cleve in Cleve & Möller 1882		100	+	+	+
54. 加氏拟星杆藻 (Bas.) 加氏星杆藻 海线藻科 海毛藻属	Asterionellopsis kariana (Grunow) Round 1990 Asterionella kariana Grunow in Cleve & Grunow 1880 Thalassionemataceae Round 1990 Thalassiothrix Cleve & Grunow 1880		50	+		
55. 佛氏海毛藻 海线藻属	Thalassiothrix frauenfeldii Grunow 1880 Thalassionema Grunow & Mereschkowsky 1902		10	+	+	+
56. 菱形海线藻 (Bas.) 菱形针杆藻 (Syn.) 菱形海毛藻 棍形藻亚目 棍形藻科 棍形藻属	Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky 1902 Synedra nitzschioides Grunow 1862 Thalassiothrix nitzschioides Grunow in Van Heurck. 1880 Bacillariineae Mann 1978, Round et al., 1990 Bacillariaceae Ehrengberg 1831 Bacillaria J. F. Gmelin 1791		15	+	+	+
57. 派格棍形藻 (Bas.) (Syn.) 奇异棍形藻 (Syn.) 奇异菱形藻 拟菱形藻属	Bacillaria paxillifera (O. F. Müller) Hendey Vibrio paxillifer O. F. Müller 1783 Bacillaria paradoxa J. F. Gmelin 1791 Nitzschia paradoxa Grunow in Cleve & Grunow. 1880 Pseudo-nitzschia H. Peragallo 1897-1908		15	+	+	+
58. 尖刺拟菱形藻 (Bas.) 尖刺菱形藻 菱形藻属	Pseudo-nitzschia pungens (Grunow & Cleve) Hasle 1965 Nitzschia pungens Grunow & Cleve 1882 Nitzschia (Incertae sedis) Tomas 1997		50	+	+	+
59. 长菱形藻 (Bas.) 甲藻门 甲藻纲 纵裂甲藻亚纲 原甲藻目	Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard 1861 Ceratoneis longissima Brébisson in Kützing 1849 Dinophyta Dinophyceae Christensen 1962, 1966 Haplodiniophycidae Prorocentrales Lemmermann 1910		10	+	+	+

表 B.1 (续)

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
原甲藻科	Prorocentraceae Stein 1883					
原甲藻属	Prorocentrum Ehrenberg 1833					
(Syn.) 卵甲藻属	Exuviaella Cienkowski 1881					
60. 东海原甲藻	Prorocentrum donghaiense Lu		50	+	+	+
(Bas.) 具齿原甲藻	Prorocentrum dentatum Stein 1883					
61. 纤细原甲藻	Prorocentrum gracile Schütt 1895		50			+
(Syn.)	Prorocentrum hentschellii Schiller 1933					
62. 利马原甲藻	Prorocentrum lima (Ehrenberg) Dodge 1975	DSP	50		+	+
63. 墨西哥原甲藻	Prorocentrum mexicanum Tafall 1942					
(Syn.)	Prorocentrum maximum Schiller 1937	*	50			+
(Syn.)	Prorocentrum rhathymum Loeblich, Sherley & Schmidt 1979					
64. 海洋原甲藻	Prorocentrum micans Ehrenberg 1833		50	+	+	+
65. 微小原甲藻	Prorocentrum minimum (Pavillard) Schiller 1933					
(Bas.) 小型卵甲藻	Exuviaella minima Pavillard 1916	*	100	+	+	+
(Syn.)	Prorocentrum mariae-lebourae Loeblich III 1970					
(Syn.)	Prorocentrum triangulatum Martin 1929					
66. 反曲原甲藻	Prorocentrum sigmoides Bohm		50			+
67. 三角棘原甲藻	Prorocentrum triestinum Schiller 1918		100	+	+	+
(Syn.) 尖叶原甲藻	Prorocentrum redfeldii Bursa 1959					
横裂甲藻亚纲	Dinokontae					
裸甲藻目	Gymnodiniales Lemmermann 1910					
裸甲藻科	Gymnodiniaceae Lankester 1885					
前沟藻属	Amphidinium Claparède & Lachmann 1859					
(Syn.)	Trochodinium Conrad 1926					
68. 强状前沟藻	Amphidinium carterae Hulburt 1957	*	100			+
69. 盖状前沟藻	Amphidinium operculatum Claparède & Lachmann 1859	*	500			+
(Syn.) 克氏前沟藻	Amphidinium klebsii Kofoed & Swezy 1921					
旋沟藻属	Cochlodinium Schütt 1896					
70. 盘绕旋沟藻	Cochlodinium helicoides Lebour 1925		50			+
(Syn.)	Cochlodinium helix Kofoed & Swezy					
71. 多环旋沟藻	Cochlodinium polykrikoides Margalef 1961	*	50			+
(Syn.)	Cochlodinium heterolobatum Silva 1967					
凯伦藻属	Karenia Daugbjerg et al. 2000					
(Syn.) 裸甲藻属	Gymnodinium Stein 1878 in part					
72. 短凯伦藻	Karenia brevis (Davis) G. Hansen & Moestrup 2000					
(Bas.) 短裸甲藻	Gymnodinium brevis Davis 1948	NSP	100		+	+
(Syn.)	Ptychodiscus brevis (Davis) Steidinger 1979					
73. 米氏凯伦藻	Karenia mikimotoi G. Hansen & Moestrup 2000					
(Bas.) 米氏裸甲藻	Gymnodinium mikimotoi Miyake & Kominami ex Oda 1935	*	100		+	+
(Syn.) 长崎裸甲藻	Gymnodinium nagasakiense Takayama & Adachi 1984					

表 B.1 (续)

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
哈卡藻属	Akashiwo Daugbjerg et al. 2000					
(Syn.)裸甲藻属	Gymnodinium Stein 1878					
74. 血红哈卡藻	Akashiwo sanguinea (Hirasaka) Hansen & Moestrup comb. nov					
(Bas.)血红裸甲藻	Gymnodinium sanguineum Hirasaka 1922	* ?	50	+	+	+
(Syn.)	Gymnodinium splendens Lebour 1925					
(Syn.)	Gymnodinium nelsonii Martin 1929					
裸甲藻属	Gymnodinium Stein 1878					
(Syn.)	Aureodinium Dodge 1982					
(Syn.)	Ceratodinium Conrad 1926					
75. 链状裸甲藻	Gymnodinium catenatum Graham 1943	PSP	50		+	+
76. 美丽裸甲藻	Gymnodinium pulchellum Larsen 1994		100			+
(Syn.)	Gymnodinium type'84-K Onoue et al 1985					
环沟藻属	Gyrodinium Kofoed & Swezy 1921					
(Syn.)裸甲藻属	Gymnodinium Stein 1878 in part					
(Syn.)螺沟藻属	Spirodinium Schütt 1896					
(Syn.)	Sclerodinium Dodge 1982					
77. 金色环沟藻	Gyrodinium aurelum Hulburt 1957	*	100			+
78. 多米尼环沟藻	Gyrodinium dominans Hulburt 1957		50			+
79. 镰状环沟藻	Gyrodinium falcatum Kofoed & Swezy 1921		50		+	+
80. 条纹环沟藻	Gyrodinium instriatum Freudenthal & Lee 1963		50			+
81. 螺旋环沟藻	Gyrodinium spirale (Bergh) Kofoed & Swezy 1921		50		+	+
下沟藻属	Katodinium Fott 1957					
(Syn.)	Massartia Conrad 1926					
82. 灰白下沟藻	Katodinium glaucum (Loebour) Loeblich 1957		100		+	+
多沟藻科	Polykrikaceae Kofoed & Swezy 1921					
多沟藻属	Polykrikos Bütschli 1873					
83. 斯氏多沟藻	Polykrikos schwarzi Bütschli 1873		20	+	+	+
褐多沟藻属	Pheopolykrikos Chatton emend. Matsuoka & Fukuyo 1986					
84. 哈曼褐多沟藻	Pheopolykrikos hartmannii Matsuoka & Fukuyo 1986		20			+
(Syn.)哈曼多沟藻	Polykrikos hartmannii Zimmermann 1986					
(Syn.)	Polykrikos barnegatensis Martin 1921					
尖尾藻属	Oxyrrhis Dujardin 1841 (Uncertain Taxa)					
85. 海洋尖尾藻	Oxyrrhis marina Dujardin 1841					
(Syn.)	Oxyrrhis tentaculifera Conrad 1939		500			+
(Syn.)	Oxyrrhis maritima Van Meel 1969					
夜光藻目	Noctilucales Haeckel 1894					
夜光藻科	Noctilucaeae Kent 1881					
夜光藻属	Noctiluca Suriray 1836					
86. 夜光藻	Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoed & Swezy 1921		0.3-1	+	+	+
鳍藻目	Dinophysiales Lindemann 1928					

表 B.1 (续)

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
双管藻科	Amphisoleniaceae Lindemann 1928					
双管藻属	Amphisolenia Stein 1883					
87. 二齿双管藻	Amphisolenia bidentata Schröder 1900		1		+	+
鳍藻科	Dinophysiaceae Stein 1883					
鳍藻属	Dinophysis Ehrenberg 1839					
(Syn.)	Phalacroma Jörgensen 1923 in part					
(Syn.)	Prodinophysis Balech 1944					
88. 渐尖鳍藻	Dinophysis acuminata Claparède & Lachmann 1859					
(Syn.)	Dinophysis borealis Paulsen 1949	DSP	20	+	+	+
(Syn.)	Dinophysis lachmanni Paulsen 1949					
(Syn.)	Dinophysis boehmii Paulsen 1949					
89. 尖锐鳍藻	Dinophysis acuta Ehrenberg 1839	DSP	20	+		
90. 具尾鳍藻	Dinophysis caudata Saville-Kent 1881	DSP	20	+		+
91. 倒卵形鳍藻	Dinophysis fortii Pavillard 1923					
(Bas.)	Dinophysis intermedia Pavillard 1916					
(Syn.)	Dinophysis laevis Pouchet 1883	DSP	20	+	+	+
(Syn.)	Dinophysis ovum Schütt sensu Martin 1929					
92. 勇士鳍藻	Dinophysis miles Cleve 1900	DSP	10		+	+
93. 帽状鳍藻	Dinophysis mitra (Schütt) Abè 1967					
(Bas.) 帽状秃顶藻	Phalacroma mitra Schütt 1923					
(Syn.)	Phalacroma rapa Stein 1883	DSP	20			+
(Syn.)	Phalacroma dolichopterygium Jörgensen 1923					
(Syn.)	Prodinophysis mitra (Schütt) Balech					
秃顶藻属	Phalacroma Stein 1883					
94. 圆形秃顶藻	Phalacroma rotundatum Kofoid & Michener 1911					
(Syn.) 圆形鳍藻	Dinophysis rotundata Claparède & Lachmann 1859	DSP	20			+
膝沟藻目	Gonyaulacales F. J. R. Taylor 1980					
屋甲藻科	Goniodomataceae Lindemann 1928					
亚历山大藻属	Alexandrium Halim 1960					
(Syn.) 膝沟藻属	Gonyaulax Diesing 1866					
(Syn.) 麦甲藻属	Pyrodinium Plate 1906					
(Syn.)	Gessnerium Halim 1967, 1969					
(Syn.) 原膝沟藻属	Protogonyaulax Taylor 1979					
95. 相关亚历山大藻	Alexandrium affine (Inoue & Fukuyo) Balech 1992					
(Syn.) 相关原膝沟藻	Protogonyaula affinis Inoue & Fukuyo 1985		50	+	+	+
(Syn.)	Alexandrium fukuyoi Balech 1985, nomen nudum					
96. 链状亚历山大藻	Alexandrium catenella (Whedon & Kofoid) Balech 1985					
(Bas.) 链状膝沟藻	Gonyaulax catenella Whedon & Kofoid 1936					
(Syn.) 链状原膝沟藻	Protogonyaulax catenella (Whedon & Kofoid) Taylor 1979	PSP	50	+	+	+
(Syn.)	Gessnerium catenellum (Loeblich III Loeblich) Taylor 1979					

表 B.1 (续)

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
97. 股状亚历山大藻	Alexandrium cohorticula (Balech) Balech 1985		50			+
98. 李氏亚历山大藻	Alexandrium leei Balech 1985		50			+
99. 塔马亚历山大藻	Alexandrium tamarense (Lebour) Balech 1985					
(Bas.) 塔马膝沟藻	Gonyaulax tamarensis Lebour 1925					
(Syn.)	Alexandrium excavatum (Braarud) Balech & Tangen 1985					
(Syn.)	Gessnerium tamarense (Lebour) Loeblich III Loeblich 1979	PSP	50	+	+	+
(Syn.)	Gonyaulax tamarensis var. excavata Braarud 1945					
(Syn.)	Gonyaulax excavata (Braarud) Balech 1971					
(Syn.)	Protogonyaulax tamarense (Lebour) Taylor 1979					
冈比甲藻属	Gambierdiscus Adachi & Fukuyo 1979					
100. 具毒冈比甲藻	Gambierdiscus toxicus Adachi & Fukuyo 1979	CFP	20			+
膝沟藻科	Gonyaulacaceae Lindemann 1928					
膝沟藻属	Gonyaulax Diesing 1866					
101. 双刺膝沟藻	Gonyaulax diegensis Kofoid		20	+		
102. 具指膝沟藻	Gonyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911		50	+	+	+
103. 多纹膝沟藻	Gonyaulax polygramma Stein 1883					
(Syn.)	Gonyaulax schuetti Lemmermann 1899		50	+		+
(Syn.)	Protoperidinium pyrophyrum Pouchet 1883					
104. 具刺膝沟藻	Gonyaulax spinifera (Claparède & Lachmann) Diesing 1866		50	+	+	+
(Syn.) 具刺多甲藻	Peridinium spiniferum Claparède & Lachmann 1895					
105. 春膝沟藻	Gonyaulax verior Sournia 1973					
(Syn.)	Amylax diacantha Meunier 1919		50			+
(Syn.)	Gonyaulax diacantha (Meunier) Schiller 1937					
(Syn.)	Gonyaulax longispina Lebour 1925					
舌甲藻属	Lingulodinium (Stein) Dodge 1989					
106. 多边舌甲藻	Lingulodinium polyedrum (Stein) Dodge 1989	*	20		+	+
(Syn.) 多边膝沟藻	Gonyaulax polyedra Stein 1883					
斯克里普藻属	Scrippsiella Balech ex Loeblich III 1965					
107. 锥形斯克里普藻	Scrippsiella trochoidea (Stein) Loeblich III 1976					
(Syn.)	Scrippsiella faeroense (Paulsen) Balech & Soares					
(Syn.)	Peridinium trochoideum (Stein) Lemmermann		50	+	+	+
(Syn.)	Peridinium faeroense Paulsen					
(Syn.)	Glenodinium trochoideum Stein					
扁甲藻科	Pyrophacaceae Lindemann 1928					
扁甲藻属	Pyrophacus Stein 1883					
108. 斯氏扁甲藻	Pyrophacus steinii (Schiller) Wall & Dale 1971		10	+	+	+
(Syn.)	Pyrophacus horologicum var. steinii Schiller 1935					
砺甲藻科	Ostreopsidaceae Lindemann 1928					
Coolia 属	Coolia Meunier 1919					
(Syn.) 砺甲藻属	Ostreopsis Schmidt 1901 in part					

表 B.1 (续)

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
(Syn.)	Glenodinium Ehrenberg 1837 in part					
109. 未命名	Coolia monotis Meunier 1919					
(Syn.)	Glenodinium monotis (Meunier) Biecheler	*	20			+
(Syn.)	Ostreopsis monotis (Meunier) Lindemann 1928					
砺甲藻属	Ostreopsis Schmidt 1901					
110. 暹罗砺甲藻	Ostreopsis siamensis Schmidt 1901	*	20			+
角藻科	Ceratiaceae Lindemann 1928					
角藻属	Ceratium Schrank 1793					
111. 短角藻	Ceratium breve (Ost. Et Schm) Schröder 1906		10		+	+
112. 叉角藻	Ceratium furca (Ehrenberg) Claparède & Lachmann 1859		10	+	+	+
(Syn.)叉状多甲藻	Peridinium furca Ehrenberg 1836					
113. 梭角藻	Ceratium fusus (Ehrenberg) Dujardin 1841		1	+	+	+
(Syn.)梭形多甲藻	Peridinium fusus Ehrenberg 1834					
114. 大角角藻	Ceratium macroceros (Ehrenberg) Vanhöffen 1897		20	+		
115. 马西里斯角藻	Ceratium massiliense (Gourret) Jørgensen 1911		20			+
116. 三叉角藻	Ceratium trichoceros (Ehrenberg) kofoid 1908		1			+
117. 三角角藻	Ceratium tripos (O. F. Müller) Nitzsch 1817		20	+	+	+
(Syn.)	Cecaria tripos O. F. Müller					
原多甲藻科	Proto-peridiniaceae F. J. R. Taylor 1987					
(Syn.)多甲藻科	Peridiniaceae Ehrenberg 1828					
原多甲藻属	Proto-peridinium Bergh 1881					
(Syn.)多甲藻属	Peridinium Ehrenberg 1832 in part					
(Syn.)	Archaeoperidinium Jørgensen 1912					
(Syn.)	Congruentidium Abé 1927					
(Syn.)	Minuscula Lebour 1925					
(Syn.)	Properidinium Meunier 1919					
(Syn.)	Glenodinium in part					
118. 锥形原多甲藻	Proto-peridinium conicum (Gran) Balech 1974					
(Syn.)锥形多甲藻	Peridinium conicum (Gran) Ostfeldt & Schmidt		20	+	+	+
(Syn.)	Peridinium divergens var. conica Gran					
119. 扁形原多甲藻	Proto-peridinium depressum (Bailey) Balech 1974		10	+	+	+
(Syn.)扁形多甲藻	Peridinium depressum Bailey					
120. 歧散原多甲藻	Proto-peridinium divergens (Ehrenberg) Balech 1974					
(Syn.)叉形多甲藻	Peridinium divergens Ehrenberg		20	+	+	+
(Syn.)	Glenodinium divergens (Ehrenberg) Dangeard					
121. 优美原多甲藻	Proto-peridinium elegans (Cleve) Balech 1974		10	+	+	+
(Syn.)优美多甲藻	Peridinium elegans Cleve					
122. 里昂原多甲藻	Proto-peridinium leonis (Pavillard) Balech 1974		20	+	+	
(Syn.)里昂多甲藻	Peridinium leonis Pavillard					
123. 海洋原多甲藻	Proto-peridinium oceanicum (Van Höffen) Balech 1974		10	+	+	+

表 B.1 (续)

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
(Syn.)	Protoperdinium murrayii kofoid 1907					
124. 透明原多甲藻	Protoperdinium pellucidum Bergh 1881		20	+	+	
(Syn.)光甲多甲藻	Peridinium pellucidum (Bergh) Schütt					
125. 五角原多甲藻	Protoperdinium pentagonum (Gran) Balech 1974		20	+	+	+
(Syn.)五角多甲藻	Peridinium pentagonum Gran					
着色鞭毛藻门	Chromophyta					
隐藻纲	Cryptophyceae Fritsch 1927					
隐鞭藻目	Cryptomonadales Engler 1903					
隐鞭藻科	Cryptomonadaceae Ehrenberg 1831, Pascher 1913					
隐藻属	Rhodomonas Karsten 1898 (emended Hill & Wetherbee 1989)					
(Syn.)	Pyrenomonas Santore 1984					
126. 波罗地海粉隐藻	Rhodomonas baltica Karsten sensu Zimmerman 1925		500	+		+
(Bas.)波罗地海隐藻	Cryptomonas baltica (Karsten) Butcher 1925					
针胞藻纲	Raphidophyceae Chadeffaud ex Silva 1980					
(Syn.)绿色鞭毛藻纲	Cloromonadophyceae Papenfuss 1955					
卡盾藻目	Chattonellales ord. nov.					
卡盾藻科	Chattonellaceae fam. nov.					
卡盾藻属	Chattonella Biecheler 1936					
127. 古老卡盾藻	Chattonella antique Hada 1974	*	50			+
(Bas.)	Hemieutreptia antique (Hada) Ono					
128. 海洋卡盾藻	Chattonella marina (Subrahmanyam) Hara & Chihara 1982	*	100	+	+	+
(Bas.)	Hornellia marina Subrahmanyam 1954					
异弯藻属	Heterosigma Hada 1968					
129. 赤潮异弯藻	Heterosigma akashiwo (Hada) Hada ex Sournia 1968					
(Bas.)	Entomosigma akashiwo Hada 1976	*	500	+		
(Syn.)	Heterosigma carterae (Hulburt) Taylor 1992					
(Syn.)	Olisthodiscus carterae Hulburt 1965					
定鞭金藻纲	Prymnesiophyceae Hibberd 1976					
定鞭金藻目	Prymnesiales Papenfuss 1955					
定鞭金藻科	Prymnesiales Conrad 1926					
定鞭金藻属	Prymnesium Massart ex Conrad 1926					
130. 小三毛金藻	Prymnesium parvum N. Carter 1937	*	1 000	+	+	+
棕囊藻科	Phaeocystaceae Lagerheim 1896					
棕囊藻属	Phaeocystis Lagerheim 1893					
131. 球形棕囊藻	Phaeocystis globosa Scherffel 1899, 1900		1 000?		+	+
132. 普氏棕囊藻	Phaeocystis pouchetii (Hariot) Lagerheim 1893	*	1 000?			+
(Bas.)	Tetraspora pouchetii M. P. Hariot in Pouchet 1892					
硅鞭藻纲	Dictyochophyceae Silva 1980					
硅鞭藻目	Dictyochales Haeckel 1894					
硅鞭藻科	Dictyochaceae Lemmermann 1901					

表 B.1 (续)

中文名称	拉丁名称	毒性	基准浓度 >10 ⁴ 个/L	分布情况		
				黄渤海	东海	南海
硅鞭藻属	Dictyocha Ehrenberg 1837					
133. 小等刺硅鞭藻	Dictyocha fibula Ehrenberg 1839		500	+	+	+
134. 六异刺硅鞭藻 (Syn.)	Dictyocha speculum Ehrenberg 1839 Distephanus speculum (Ehrenberg) Haeckel 1887		500		+	+
动鞭门	Zooflagellates (Zoomastigophora)					
醉藻纲	Ebriidea Lee et al. 1985					
醉藻目	Ebriida Poche 1913					
醉藻科	Ebriidae (Lemmermann) Deflandre 1950					
醉藻属	Ebria Borgert 1891					
135. 三深裂醉藻 (Syn.)三深裂硅鞭藻	Ebria tripartita (Schumann) Lemmermann 1899 Dictyocha tripartita Schumann 1867		50			+
绿藻门	Chlorophyta					
裸藻纲	Euglenophyceae Schoenichen 1925					
裸藻目	Euglenales Engler 1898					
裸藻科	Euglenaceae Dujardin 1841					
裸藻属	Euglena Ehrenberg 1838					
136. 纤细裸藻	Euglena gracialis Klebs 1892		20	+		
137. 绿裸藻	Euglena viridis Ehrenberg 1830 in Ehrenberg 1830-1831		20	+		
原生动物(门)	Protozoa(Ciliophora)					
棍形亚门	Rhabdophora Small 1976					
纤毛虫纲	Ciliatea Patterson 1999					
(Bas.)动片纲	Kinetofragminophorea Brusca & Brusca 1990					
(Bas.)反口纲	Litostomatea Small & Lynn 1981					
棒柄目	Rhabdophorina					
(Bas.)原口目	Prostomatida Schewiakoff 1896					
(Bas.)毒胞目	Haptorida Corliss 1974					
栉毛虫科	Didiniidae Poche 1913					
中缢虫属	Mesodinium (Claparède & Lachmann 1858) Kahl 1930					
138. 红色中缢虫	Mesodinium rubrum (Lohmann) Hamddenbrock 1911		50	+	+	+
注 1: “+”——此种赤潮生物在此海区有分布。 注 2: “*”——含有某种毒素的赤潮生物种。 注 3: “?”——怀疑含有毒素的赤潮生物种。 注 4: ASP——含有失忆性贝毒的赤潮生物种。 注 5: DSP——含有腹泻性贝毒的赤潮生物种。 注 6: NSP——含有神经性贝毒的赤潮生物种。 注 7: PSP——含有麻痹性贝毒素的赤潮生物种。 注 8: CFP——含有西加鱼毒素的赤潮生物种。 注 9: Syn. ——Synonym, 同物异名。 注 10: Bas. ——Basionym, 基本异名。						

附 录 C
(资料性附录)
藻类培养液配方

C.1 f/2 培养液(Guillard & Ryther 1962, Guillard 1975)

C.1.1 碱性土壤提取液

将两份纯水和一份富含有机质的花园土(最近一段时间未使用过化肥和杀虫剂)混合一起,每升加入 2 g~3 g NaOH。高压灭菌 2 h,冷却并过滤。随后用纯水将这些浓缩后的提取物稀释为 50 : 1 的贮存液。

C.1.2 f/2 微量元素

在 950 mL 纯水中加入表 C.1 组分,加入纯水使溶液终体积达到 1 L,高压灭菌。

表 C.1 f/2 微量元素配方

数 量	组 成	贮藏液(纯水)	终浓度/(mol/L)
3.15 g	FeCl ₃ · 6H ₂ O	—	1×10 ⁻⁵
4.36 g	Na ₂ EDTA · 2H ₂ O	—	1×10 ⁻⁵
1 mL	CuSO ₄ · 5H ₂ O	9.8 g/L	4×10 ⁻⁸
1 mL	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	6.3 g/L	3×10 ⁻⁸
1 mL	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	22.0 g/L	8×10 ⁻⁸
1 mL	CoCl ₂ · 6H ₂ O	10.0 g/L	5×10 ⁻⁸
1 mL	MnCl ₂ · 4H ₂ O	180.0 g/L	9×10 ⁻⁷

C.1.3 f/2 维生素

先将表 C.2 所列组分分别用纯水溶解后混合,再用稀 HCl 将 pH 调至 4.5~5.0,最后用纯水稀释至 1 L。用滤膜或压热消毒后冰冻保存,保存理想温度为-20℃。

表 C.2 f/2 维生素配方

数量	组成	贮藏液(纯水)	终浓度/(mol/L)
1 mL	维生素 B ₁₂ (钴胺素)	1 g/L	1×10 ⁻¹⁰
10 mL	维生素 H(生物素)	0.1 g/L	2×10 ⁻⁹
200 mg	维生素 B ₁ (盐酸硫胺素)	—	3×10 ⁻⁷
注:维生素 B ₁₂ 和维生素 H 均为水合晶体。制备维生素 B ₁₂ 贮藏液时,允许其中含有 11%结晶水(每 1.0 g 维生素 B ₁₂ 加入 0.89 mL 纯水);制备维生素 H 贮藏液时,允许其中含有 4%结晶水(每 1.0 g 维生素 H 加入 9.6 mL 纯水)。			

C.1.4 f/2 营养盐

在 950 mL 过滤海水中加入表 C.3 中组分,并加入 15 mL 碱性土壤提取液(C.1.1),使用过滤海水使溶液终体积达到 1 L,高压灭菌。该溶液即为通用培养液,可用于大多数藻类及甲藻类孢子的培养。

表 C.3 f/2-营养盐配方

数量	组成	贮藏液(纯水)	终浓度/(mol/L)
1 mL	NaNO ₃	75 g/L	8.83×10 ⁻⁴
1 mL	NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O	5 g/L	3.63×10 ⁻⁵
1 mL	f/2 微量元素溶液	见表 C.1	
0.5 mL	f/2 维生素溶液	见表 C.2	

C.2 L₁ 培养液(Guillard & Hargraves 1993)

C.2.1 L₁ 微量元素

在 950 mL 纯水中加入表 C.4 组分,加入纯水使溶液终体积达到 1 L,高压灭菌。

表 C.4 f/2 微量元素配方

数量	组成	贮藏液(纯水)	终浓度/(mol/L)
3.15 g	FeCl ₃ · 6H ₂ O	—	1.17×10^{-5}
4.36 g	Na ₂ EDTA · 2H ₂ O	—	1.17×10^{-5}
1 mL	MnCl ₂ · 4H ₂ O	180.0 g/L	9.0×10^{-7}
1 mL	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	22.0 g/L	8.0×10^{-8}
1 mL	CoCl ₂ · 6H ₂ O	10.0 g/L	5.0×10^{-8}
1 mL	CuSO ₄ · 5H ₂ O	2.45 g/L	1.0×10^{-8}
1 mL	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	6.3 g/L	9.0×10^{-8}
1 mL	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	19.9 g/L	1.0×10^{-8}
1 mL	H ₂ SeO ₃	1.3 g/L	1.0×10^{-8}
1 mL	NiSO ₄ · 6H ₂ O	2.7 g/L	1.0×10^{-8}
1 mL	Na ₃ VO ₄	1.84 g/L	1.0×10^{-8}
1 mL	K ₂ CrO ₄	1.94 g/L	1.0×10^{-8}

C.2.2 L₁ 维生素

L₁ 维生素配方同 f/2 的维生素配方(C.1.3)。

C.2.3 L₁ 营养盐

L₁ 营养盐配方同 f/2 的营养盐配方(C.1.3)。该溶液也可以配合使用土壤提取液。L₁ 培养液可用于大多数藻类及甲藻类孢子的培养。

附录 D

(资料性附录)

海水中痕量铁元素的测定

D.1 适用范围及应用领域

本方法适用于大洋、近岸和河口海水中痕量铁元素的测定。

检出限： $0.03 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。

D.2 方法原理

采用吡咯烷二硫代氨基甲酸铵(APDC)/二乙基二硫代氨基甲酸二乙基铵(DDDC)络合,甲基异丁酮—环己烷萃取及稀硝酸反萃取,无焰原子吸收分光光度法测定。

D.3 仪器及设备

- 原子吸收分光光度计,配石墨炉及自动进样装置,Pb、Cd用无极放电灯,其余为空心阴极灯;
- 分液漏斗 1 L 及 125 mL,透明氟化乙丙烯(FEP)制品,活塞为聚四氟乙烯;
- 器皿及其处理所用器材均为聚四氟乙烯,聚乙烯及石英等材料制成。新塑料器皿用洗洁精清洗后,用氯仿擦洗表面,于 $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下的 $5 \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} \text{HNO}_3$ 水溶液中浸泡一周,用水清洗后于 $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} \text{HNO}_3$ 水溶液中至少浸泡一周,使用过的器皿浸泡于 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} \text{HNO}_3$ 水溶液中,新石英器皿用 10% HF 浸泡 5 min 后,洗涤程序同上;
- 环境化学操作在 100 级洁净实验室进行,穿洁净服,戴洁净帽和聚乙烯手套,仪器间为一般空调实验室。

D.4 试剂及其配制

D.4.1 水

自来水经反渗透系统处理后,再经 Milli-Q 系统(粗过滤、活性炭及混合树脂处理,最后用 $0.2 \mu\text{m}$ 滤膜过滤),电阻率大于 $15 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 。高纯水再经石英亚沸蒸馏器蒸馏,用氨水调 pH 至 8,放置 1 个月后使用。

D.4.2 酸

超纯硝酸、盐酸及醋酸用石英亚沸蒸馏器蒸馏,贮存在 FEP 瓶中。

D.4.3 氨水

气体氨经一系列盛有高纯水的聚乙烯瓶吸收,取第三瓶以后的氨水使用。或用优级纯氨水于 $(48 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下等压蒸馏,以盛有高纯水的聚乙烯瓶在冰浴中吸收。

D.4.4 甲基异丁酮-环己烷

TF(1,1,2-氯,1,2,2-氟乙烷)分析纯。使用前加入其 1% 体积的浓硝酸,振荡 1 min,放置 5 min,然后用水萃取两次。

D.4.5 $2 \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3}$ 醋酸铵溶液

用醋酸和氨水配制,其缓冲范围为 pH 4.5 ± 0.2 。

D.4.6 1% APDC/DDDC 水溶液

配制后用 40 mL 甲基异丁酮-环己烷分三次萃取。此溶液可使用一周。

D.4.7 标准溶液

贮备液浓度 $1 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-3}$,根据需要稀释至相应浓度,介质为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{cm}^{-3} \text{HNO}_3$ 。

D.5 分析步骤

按下述步骤进行分析：

- 将 20 mL 甲基异丁酮-环己烷加入 1 L 分液漏斗中，称取 100 g~500 g 海水样品（视样品中重金属含量定），再加入 0.5 mL~1.0 mL 1% APDC/DDDC 溶液（对大洋海水加 0.5 mL 络合剂，对近岸及河口海水可加 1 mL 络合剂），摇动 2.5 min，静置 15 min；
- 将有机相转入 125 mL 分液漏斗中（勿将海水带入），再加 10 mL 甲基异丁酮-环己烷于样品分液漏斗中，摇动 0.5 min，静置 5 min，有机相合并至小分液漏斗中；
- 加入 0.2 mL 浓 HNO_3 于有机相中，振荡 0.5 min，放置 5 min，加入 10 mL 水，振荡 0.5 min，放置 30 min，将水相转移至 30 mL 塑料瓶中，待测定；
- 无焰原子吸收分光光度法测定，采用氘灯校正背景。测定条件为：
 - a) 波长：248.3 nm；灯电流：20 mA；狭缝：0.7 nm；进样体积：20 μL ；
 - b) 干燥过程：温度：110 $^{\circ}\text{C}$ ；升温时间：110 s；保持时间：20 s；
 - c) 灰化过程：温度：700 $^{\circ}\text{C}$ ；升温时间：5 s；保持时间：5 s；
 - d) 原子化过程：温度：2 000 $^{\circ}\text{C}$ ；升温时间：0 s；保持时间：5 s；氩气流速：50 mL/min。

D.6 结果分析

使用标准曲线法，以峰高值计量。

D.7 精密度和准确度

标准偏差 0.03 $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，相对标准偏差小于 9%。

附录 E
(资料性附录)
海水中痕量锰元素的测定

E.1 适用范围及应用领域

本方法适用于大洋、近岸和河口海水中痕量锰元素的测定。

E.2 方法原理

海水中锰的直接无焰原子吸收测定法,基于海水中常量盐类的挥发性比锰强,在适宜的灰化条件下,预先除去这些盐类,以排除盐分引起的基体干扰。然后在高温(通常为 2 700 ℃)下使锰原子化,并进行锰的原子吸收测定。

E.3 仪器及设备

- 原子吸收分光光度计,石墨炉和自动进样器;
- 台式记录仪;
- 层流洁净工作台;
- 微量移液管:20 μL 1 支;
- 样品杯:若干只。

E.4 试剂及其配制

- 锰标准溶液:以光谱纯二氧化锰配制成浓度为 $1\text{ mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的贮备液,然后逐级稀释(用硝酸酸化水冲稀);
- 超纯硝酸:用石英亚沸蒸馏器二次蒸馏;
- 超纯盐酸:以等温扩散法提纯;
- 高纯水:用石英蒸馏器二次蒸馏。

E.5 操作步骤

移取 0.5 mL 酸化至 $\text{pH} < 1.5$ 的过滤海水若干份(通常取 4 份)于样品杯中,其中 1 份加入 20 μL 用于配制锰标准溶液的硝酸酸化水,其余各份分别加入 20 μL 不同浓度的锰标准溶液。混匀后,以自动进样器(或手工)添加 20 μL 水样到石墨炉中,按表 E.1 所列的仪器操作参数,在 279.5 nm 波长处测定锰的原子吸光度。

表 E.1 石墨炉操作参数

干 燥 ^a		灰 化 ^b		原 子 化 ^c	
温度/ ℃	时间/ s	温度/ ℃	时间/ s	温度/ ℃	时间/ s
100	20/40	1 300	10/30	2 700	0/5
<p>a 干燥、灰化步骤的氩气流量均为 200 mL/min。</p> <p>b 原子化步骤的氩气流量为 10 mL/min。</p> <p>c X/Y(s),X——爬坡时间,Y——保持时间。</p>					

E.6 结果计算

海水中的锰的质量浓度按式(E.1)计算：

$$c_s = \frac{c_a \times V_a \times R_s}{V_s(R_a - R_s) \times 1\,000} \dots\dots\dots (\text{E.1})$$

式中：

c_s ——海水样品中锰的质量浓度($\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)；

c_a ——加入海水试样中的锰标准溶液的浓度($\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)；

V_a ——加入海水试样中的锰标准溶液的体积(mL)；

V_s ——所用的海水试样的体积(mL)；

R_s ——由添加过硝酸酸化水的水试样所测得的吸光度(或读数)；

R_a ——由添加过锰标准溶液的水试样所测得的吸光度(或读数)。

E.7 注意事项

实验中必须注意以下几点：

——实验所用的器皿最好是石英、特氟隆或聚丙烯制品，在使用前必须进行彻底清洗；

——所有操作均需在清洁实验室或洁净工作台上进行。

附录 F (资料性附录)

海水中维生素 B₁ (V_{B1}) 的测定

F.1 适用范围及应用领域

本方法适用于近岸和河口海水中维生素 B₁ 的测定。

F.2 方法原理

维生素 B₁ 也称硫胺素,测定 B₁ 的化学方法是根据 B₁ 在碱性高铁氰化钾溶液中,能被氧化成一种蓝色的荧光化合物—硫色素。在没有其他荧光物质存在时,溶液的荧光强度与硫色素的浓度成正比。在进行硫胺素的化学测定时,须先将生物材料用稀酸作定量提取,然后用磷酸酶或其他酶制剂将 B₁ 从天然复合物中释出,若提取液中维生素 B₁ 是以游离状态存在,则可省去这一步。提取液通过人造沸石柱,维生素 B₁ 被定量(吸附率 95%以上)吸附。而重金属、还原剂等影响颜色反应的杂质则被除去。柱上的 B₁ 可先用酸性氯化钾洗脱,再用碱性高铁氰化钾合成有荧光的硫色素,后者用正丁醇或异丙醇萃取。硫色素可用荧光仪测定其浓度。

F.3 试剂及其配制

- V_{B1} 标准贮液 (0.1 mg · cm⁻³): 称干燥 V_{B1} 100mg 溶于 0.01 mmol · dm⁻³ 盐酸中,稀释至 1 000 mL(冷藏);
- V_{B1} 标准应用液 (0.1 μg · cm⁻³): V_{B1} 标准中间液稀释 100 倍,用冰 HAc 调至 pH 4.5(新鲜配制);
- 高铁氰化钾溶液: 1%,棕色瓶中避光冷藏;
- 碱性高铁氰化钾溶液: 1 mL 1%的碱性高铁氰化钾溶液,用 15% NaOH 稀释至 15 mL(新鲜配制,避光);
- 2.5 mmol · dm⁻³ NaAc 溶液: 205 g 无水 NaAc 或 345 g 含水 NaAc 用水溶解并稀释至 1 000 mL;
- 25%酸性 KCl 溶液: 8.5mL 浓 HCl 用 25% KCl 稀释至 1 L;
- V_{B1} 标准中间液: 10 μg · cm⁻³,可冷藏一周;
- 25% KCl 溶液;
- 无水正丁醇;
- 15% NaOH 溶液;
- 无水 Na₂S₂O₄。

F.4 仪器及设备

- 人造沸石;
- 试管;
- 锥形瓶;
- 荧光仪;
- 离心机;
- 沸水浴;
- 布氏漏斗。

F.5 操作方法

F.5.1.1 样品液的制备

样品液的制备按下列程序操作：

- 准确量取适量的海水样品(V_{B1} 的含量约为 $5\ \mu\text{g}\sim 10\ \mu\text{g}$)于锥形瓶内,加入 $75\ \text{mL}\ 0.1\ \text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}\ \text{HCl}$;
- 在 $1.1\ \text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ 高压锅内或沸水浴 中加热 $30\ \text{min}$;
- 取出冷至室温后,用 NaAc 调 $\text{pH}\ 4.5$,离心 $10\ \text{min}(3\ 000\ \text{r/min})$ 或过滤;
- 上清液或滤液加入已活化的人造沸石 $2\ \text{g}\sim 4\ \text{g}$,振摇 $30\ \text{min}$;
- 用布氏漏斗抽滤,用蒸馏水洗 3 次沸石(每次 $15\ \text{mL}\sim 20\ \text{mL}$ 蒸馏水),洗涤液弃去。每次用 $5\ \text{mL}$ 酸性 KCl 搅拌,洗脱液合并;
- 用 25% 酸性 KCl 溶液定容至 $25\ \text{mL}$ (样品液待用)。

F.5.1.2 V_{B1} 的测定

V_{B1} 的测定按下列程序操作：

- 取 4 支试管编号,1 号,2 号管各准确加入 $5\ \text{mL}$ 样品液;
- 试管 1 加入 $3\ \text{mL}$ 碱性高铁氰化钾,得样品管 I;
- 试管 2 加入 $3\ \text{mL}\ 15\%\ \text{NaOH}$ 得样品空白管 II;
- 3 号和 4 号试管各准确加入 $3\ \text{mL}\ B_1$ 标准应用液,分别按 1 号,2 号重复操作,分别得标准管 III,标准空白管 IV;
- 将 I, II, III, IV 4 管分别加入 $10\ \text{mL}$ 正丁醇,剧烈振摇 $90\ \text{min}$,使丁醇与碱溶液清楚分层;
- 将各管下层的水相吸出,各管有机相中加入无水 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 固体 $1\ \text{g}\sim 2\ \text{g}$,摇匀,离心;
- 用荧光仪分别测定各管丁醇萃取液的荧光度,激发波长 $575\ \text{nm}$,发射波长 $435\ \text{nm}$,狭缝 $10\ \text{m}$,取样量为 $5\ \text{mL}$ 。

F.6 结果计算

海水中维生素 B_1 的质量浓度 $\rho(B_1)$ 按式(F.1)计算：

$$\rho(B_1)(\mu\text{g/mL}) = \frac{A-B}{C-D} \times 0.1 \times \frac{25}{V} \quad \dots\dots\dots (\text{F.1})$$

式中：

- A ——样品管的发光度;
- B ——样品空白管的发光度;
- C ——标准 V_{B1} 管的发光度;
- D ——标准 V_{B1} 空白管的发光度;
- V ——样品的体积, mL 。

F.7 试剂注意事项

- 加入活性沸石要过量,以保证 V_{B1} 的定量吸附;
- 用酸性 KCl 洗脱 $3\sim 4$ 次,以保证定量洗脱;
- 用离心的方法除去人造沸石比用抽滤的方法效果更好。

附 录 G

(资料性附录)

海水中维生素 B₁₂ (V_{B12}) 的测定

G.1 适用范围及应用领域

本方法适用于近岸和河口海水中维生素 B₁₂ 的测定。

G.2 方法原理

由无维生素海水和已知维生素 B₁₂ 的加入量得出标准曲线;培养生物对海水样品中未知浓度 B₁₂ 的响应和标准曲线的响应相比较。

G.3 仪器和设备

- 闪烁计数仪
- 20 mm×125 mm 螺旋盖试管(洗涤剂清洗,再用蒸馏水充分冲洗,并在 250 ℃干燥 3 h);
- 125 mL 三角烧瓶和用棉布包住的棉花塞;
- 10,5,1 和 0.1 mL 用于配制介质的刻度移液管;
- 压力锅;
- 培养箱,温度(20±2)℃,装有发出约 100 Em⁻²s⁻¹ 均匀光场的荧光灯;
- 微孔过滤装置和 0.22 μm GS 微孔滤膜。

G.4 采样步骤和贮存

样品收集后应立即过滤,为避免滤膜堵塞,从用于营养物质分析,通过微孔 AA(0.8 μm)滤膜过滤过的海水中取出 50 mL 分样,在无菌条件下²⁾,通过微孔 GS(0.22 μm)滤膜过滤,收集在烧瓶中。样品贮存在-20 ℃直到分析。

来自相同区域作为未知的海水样品可以同时采集,用以制备稀释样品所必需的无维生素海水。

G.5 试剂及其配置

G.5.1 无维生素海水

将 10 g Norite-A 活性炭加入 1 L 海水中,震荡 30 min 后用 Whatman #2 滤纸将炭滤去³⁾。用 GS 微孔滤膜无菌过滤海水并贮存。每一新组分的分析需制备新的无维生素海水。

G.5.2 富营养溶液

10 g 硝酸钾(KNO₃)和 1.4 g 磷酸二氢钾(KH₂PO₄)溶于 1 L 蒸馏水中,在 1.034×10⁵ Pa 压力下加热 15 min,无菌贮存于暗处。

G.5.3 微量元素溶液

- 将 0.2 g 三氯化铁(FeCl₃·6H₂O),0.06 g 硫酸锌(ZnSO₄·7H₂O),0.12 g 硫酸锰(MnSO₄·H₂O),0.03 g 钼酸钠(Na₂MoO₄·2H₂O)和 1.2 g 乙二胺四乙酸钠(EDTA-Na)溶于 800 mL 蒸馏水中;
- 将 0.08 g 氯化钴(CoCl₂·6H₂O)和 0.08 g 五水合硫酸铜(CuSO₄·5H₂O)溶于 100 mL 蒸馏

2) 在现场情况下达到无菌条件下过滤可能是困难的,因培养时间短,并不完全需要无菌收集 GS 滤液。

3) 对于某些牌号的活性炭可能需在 5%NaCl 溶液中预先洗涤。

水中。取此溶液 1 mL 加入上述溶液中；

——用稀 NaOH 调节 pH 至 7.5~7.8, 稀释至 1 L, 在 1.034×10^5 Pa 下加热 15 min, 无菌贮存于暗处。

G.5.4 维生素溶液

将 10 mg 盐酸硫胺素(维生素 B₁)和 10 mg 生物素溶于 100 mL 蒸馏水中。取该溶液 10 mL 稀释至 100 mL。将稀溶液通过超微多孔玻璃滤器除菌, 在 -20 °C 贮存于玻璃瓶中; 稀释的维生素溶液可分装成 10 mL 具螺旋盖的试管中以便于每组样品使用。

G.5.5 放射性碳酸氢盐

购买或制备在 1 mL 3.5‰ 盐水中含 1 微居里 C¹⁴-碳酸氢钠的密封安瓿并加热灭菌。

G.5.6 藻类接种

——在三个 125 mL 无菌三角烧瓶中的每一个内加入 50 mL 无维生素海水, 0.25 mL 营养盐溶液, 0.25 mL 微量元素及 0.05 mL 维生素溶液, 无菌操作并用布包棉花塞塞住烧瓶口;

——在一个烧瓶内加入 0.05 mL 维生素 B₁₂ 溶液; 此瓶为储备溶液并用于维持培养;

——将 0.5 mL 旺盛生长无菌的甲藻(*Amphidinium carteri*)移入储备溶液中并在光照培养箱中培养 3 d。将这溶液 5 mL 移入一个无维生素 B₁₂ 的烧瓶之中再培养 3 d~5 d。取此溶液 5 mL 加入余下的一个烧瓶中, 用此溶液培养 3 天后用于接种⁴⁾。

G.6 实验步骤

实验按下述步骤操作:

——融化样品并向两个试管中各加入 20 mL 样品⁵⁾;

——在每个试管中各加入 0.1 mL 营养盐溶液和微量元素溶液以及 0.02 mL 维生素溶液⁶⁾;

——在每个装未知样品的试管中都加入 0.2 mL 维生素 B₁₂ 标准稀溶液的获得 $1 \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ 浓度的溶液作为标准;

——在每个试管内加入 0.5 mL 一份的甲藻(*Amphidinium carteri*)接种液, 摇动将每一试管混合均匀;

——将所有试管置于培养箱中并培养至少 48 h⁷⁾;

——在每个试管中加入 1 mL 微居里的 ¹⁴C-碳酸氢盐溶液, 混匀, 再放回培养箱培养 2 h;

——将每一试管中的内容物过滤在 25 mm 微孔滤膜 AA 上; 用过滤过的海水清洗滤出物三次, 以除去无机碳酸氢盐, 放入闪烁计数仪中。加入合适的闪烁液, 24 h 后, 计数样品(cpm)。

G.7 校准

G.7.1 钴胺素(维生素 B₁₂)标准溶液

将 11.0 mg 纯结晶维生素 B₁₂ 溶于 100 mL 蒸馏水中⁸⁾。通过超微烧结玻璃过滤器过滤除菌, 并以 10 mL 一份贮存在 -20 °C 温度下。

4) 接种需要进行一些测试, 但细胞最终的数目应在约为 1×10^5 和 5×10^5 个 $\cdot \text{cm}^{-3}$ 之间。

5) 若需要样品的稀溶液, 则加入 5 或 10 mL 样品用无维生素 B₁₂ 海水配制到 20 mL。

6) 培养前, 为避免对每一试管作数次无菌加入, 作分析之前可将这三种溶液按正确比例混合成若干份。并分装成数份以使其加入每一试管中时只需加一次。

7) 对于 ¹⁴C 鉴定, 通过 48 h 已足够, 但是, 为了建立一个分级的生长响应培养, 96 h 可能是需要的。此外, 若用光密度, 叶绿素含量来测定细胞生长或使用库尔特计数器(Coulter counter)测定细胞总数, 则培养时间可增加以使其生长(例如, 7 d)。

8) 结晶的 B₁₂ 通常含有约 10% 的水, 因此维生素的量相当于 10 mg。

G.7.2 维生素 B₁₂ 稀标准溶液

将上面制备的浓标准溶液 1.0 mL 稀释至 100 mL;再将此二次稀释液 1 mL 用蒸馏水稀释至 100 mL;最后再稀释此溶液 1 mL 至 100 mL,则 1 mL V_{B12} 稀释液相当于 0.1 ng V_{B12}。

G.7.3 步骤

- 对于所要分析的样品的每一个系列需作一条标准曲线。该曲线能由五个或更多个浓度作出,最好每一个浓度作两份;
- 一系列试管中的每一支内加 20 mL 无维生素海水,0.1 mL 营养盐溶液,0.1 mL 微量元素,0.02 mL 维生素溶液,并且按照 0.05 mL,0.10 mL,0.20 mL,0.30 mL 和 0.50 mL 依次加入维生素 B₁₂ 标准溶液。按 5.5.12.5 步骤进行,并以每个样品每分钟的计数(cpm)对其加入维生素 B₁₂ 的含量,表示为 ng · dm⁻³,作出标准曲线(上面给出的系列为 0.25 ng · dm⁻³, 0.5 ng · dm⁻³, 1.0 ng · dm⁻³, 1.5 ng · dm⁻³ 和 2.5 ng · dm⁻³)。

G.8 计算

用 5.5.12.5 中由每组样品绘制的标准曲线,按式(G.1)计算样品中 V_{B12} 的质量浓度:

$$\rho(V_{B12})(\text{ng/L}) = \frac{A}{B-A} \times \frac{20}{V} \dots\dots\dots (\text{G.1})$$

式中:

- A——从闪烁计数器读出的维生素 B₁₂ 的表观浓度(ng · dm⁻³);
- B——从闪烁计数器读出加有 V_{B12} 1 ng · dm⁻³ 的相同样品的浓度(ng · dm⁻³);
- V——移入试管的液体体积(mL)。

附 录 H

(资料性附录)

赤潮遥感监测技术

H.1 赤潮光谱测量

测量光谱范围 400 nm~1 000 nm,提取水体吸收光谱信息。

H.2 图像预处理

H.2.1 海陆分界

赤潮信息提取的区域在海上,因此需确定海陆边界。AVHRR3 波段海陆反差明显,可用于确定海陆边界对 AVHRR3 波段图象作二值处理得到海陆分界图以备。

H.2.2 校正

将 NOAA-14 的 AVHRR 图像的 1、2 波段校正成百分比反射率,3、4、5 波段校正成 Kelvin 亮温。

H.2.3 几何纠正

由于成像过程中的几何形变,采用输入的渤海 1:25 万岸线矢量图对图像进行几何纠正,精度达到 0.5 像元。

H.2.4 地理编码

为了便于将现场观测数据和卫星图像像元的辐射值进行对比分析,需将图像进行地理编码。

H.3 SST 卫星遥感赤潮识别方法

H.3.1 海洋表面温度 SST(Sea Surface Temperature)模型

海面温度信息提取模式,以 NOAA 气象卫星的 AVHRR CH3、CH4 和 CH5 波段来建立遥感测量海面温度的统计模式。NOAA AVHRR 有两个热红外通道,其波长分别为 CH 4 (10.5 μm ~11.3 μm), CH 5 (11.5 μm ~12.5 μm);有一个中红外通道,波长为 CH3 (3.55 μm ~3.93 μm)。白天一般都用 AVHRR 的 CH4 和 CH5 测量海水表面温度;夜间加用 CH3 进行统计。不同海域的相应系数应根据不同数量和不同位置放置的浮标测定的海表温度加以校正。所引用参数包括:

a_0 ——温度,为物理常数,有量纲;

a_1 、 a_2 ——地理地带性系数。

主要模型如下:

H.3.1.1 白天模型

$$\text{SST} = a_0 + a_1 T_{\text{ch.4}} + a_2 (T_{\text{ch.4}} - T_{\text{ch.5}}) \quad \cdots \cdots \cdots (\text{H.1})$$

式中: $a_0 = -283.93$; $a_1 = 1.0351$; $a_2 = 3.046$ 。

H.3.1.2 夜间模型(三种)

① ch.4 与 ch.5 模型:

$$\text{SST} = a_0 + a_1 T_{\text{ch.4}} + a_2 (T_{\text{ch.4}} - T_{\text{ch.5}}) \quad \cdots \cdots \cdots (\text{H.2})$$

式中: $a_0 = -288.23$; $a_1 = 1.0527$; $a_2 = 2.6272$ 。

② ch.3 与 ch.4 模型:

$$\text{SST} = a_0 + a_1 T_{\text{ch.4}} + a_2 (T_{\text{ch.3}} - T_{\text{ch.4}}) \quad \cdots \cdots \cdots (\text{H.3})$$

式中: $a_0 = -272.47$; $a_1 = 1.0063$; $a_2 = 1.4544$ 。

③ ch.3、ch.4 与 ch.5 模型:

$$\text{SST} = a_0 + a_1 T_{\text{ch.4}} + a_2 (T_{\text{ch.3}} - T_{\text{ch.5}}) \quad \cdots \cdots \cdots (\text{H.4})$$

式中： $a_0 = -278.46$ ； $a_1 = 1.0239$ ； $a_2 = 0.9936$ 。

H.3.2 SST 的温度梯度

SST 的温度梯度是 SST 相对水平面距离的变化程度，通过求导可得到：

$$\text{grad}T_x = \partial\text{SST}/\partial x; \text{grad}T_y = \partial\text{SST}/\partial y \dots\dots\dots (\text{H.5})$$

利用平面的温度梯度，确定赤潮锋面或上升流的界线，有助于赤潮的识别。

H.4 植被指数计算

H.4.1.1 NDVI 提取

基于 NOAA-14 的 AVHRR 图像的 NDVI 指数计算：

$$\text{NDVI} = (\text{NIR 近红外波段} - \text{RED 红光波段}) / (\text{NIR 近红外波段} + \text{RED 红光波段}) \dots\dots (\text{H.6})$$

这个指标的变化范围为 $-1 \sim +1$ 。植被覆盖的陆地表面趋于正值，裸露的土地接近 0，开阔的水体为负值。

H.4.1.2 浮游植物细胞数的遥感探测模型

采用了 NOAA-14 的 AVHRR 数据计算的植被指数 (NDVI) 与藻细胞数的对数值进行回归分析，建立的赤潮生物细胞数与植被指数的关系模型如下：

$$\lg(\text{Phy}) = 18.05 + 64.17\text{NDVI} \dots\dots\dots (\text{H.7})$$

式中：

$$-1 < \text{NDVI} < 0, \text{Phy} = 10^{18.05 + 64.17[(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})]}$$

——Phy：浮游植物细胞数，单位为个/ m^3 ；

——Red：AVHRR 的 CH1 波段；

——NIR：AVHRR 的 CH2 波段。

正常范围情况下，植被指数一般介于 $-0.2 \sim -0.3$ 之间；在其细胞数达到阈值后，数量快速增加，植被指数处于 $-0.14 \sim -0.05$ 之间。

H.5 图形制作

利用浮游植物细胞数的遥感探测模型与赤潮分布区判别模型，进行合成图像、边界提取栅格与矢量转换；计算 SST，得到图像等值线；计算 NDVI，得到图像等值线；利用 AVHRR 赤潮识别处理结果、SST 图像等值线和 NDVI 图像等值线绘制赤潮分布图。

附 录 I
(资料性附录)
赤潮类型与危害

I.1 赤潮类型与危害见表 I.1。

表 I.1 赤潮类型与危害

赤潮类型	危害与毒性	代表藻种
引起水体变色但基本无害的赤潮藻类	因赤潮区水体透明度降低而使水域的娱乐场所价值降低,并且可能在海湾特定的气象条件下,因藻华的发展引起缺氧,最终引起鱼类的回避反应或杀死鱼类及其他底栖无脊椎动物。	渦鞭毛藻(Dinoflagellates): <i>Nocticulla scintillans</i> , <i>Ceratium</i> spp, <i>Prorocentrum micans</i> , <i>Heterocapsa triquetra</i> ; 硅藻(Diatoms): <i>Skeletonema costatum</i> ; 藍藻(Cyanobacteria): <i>Trichodesmium erythraeum</i> ; 其他鞭毛藻(flagellates): <i>Eutreptiella</i> spp, <i>Phaeocystis pouchetii</i> , <i>Emiliaania huxleyi</i> ; 纤毛虫(Ciliates): <i>Mesodinium rubrum</i>
对海洋动物产生危害的赤潮藻类	赤潮藻类大多数情况下对人无毒,但对鱼类或无脊椎动物的鳃或其他组织造成中毒、损伤、阻塞或其他伤害(水产养殖系统中尤其敏感)。	<i>Alexandrium tamarense</i> , <i>Chaetoceros convolutus</i> , <i>Gyrodinium aureolum</i> , <i>Chrysochromulina polylepis</i> , <i>Prymnesium parvum</i> , <i>Heterosigma akashiwo</i> , <i>Chattonella antiqua</i> , <i>Aureococcus anophagefferens</i> , <i>Phiesteria piscimortuis</i> , <i>Nodularia spumigena</i>
产生潜在毒性的藻类	毒素在食物链中蓄积,可引起人类或其他高等动物神经病变。	麻痹性贝毒(Paralytic shellfish poisoning, PSP) <i>Alexandrium tamarense</i> , <i>A. Fundyense</i> , <i>Gymnodium catenatum</i> 腹泻性贝毒(Diarrhetic shellfish poisoning, DSP) <i>Dinophysis fortii</i> , <i>D. Acuminata</i> , <i>D. acuta</i> ; 失忆性贝毒(Amnestic shellfish poisoning, ASP) <i>Pseudo-nitzschia multiseries</i> , <i>Pseudo-nitzschia australis</i> , <i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> ; 西加鱼毒素(Ciguatera fish poisoning, CFP) <i>Gambierdiscus toxicus</i> 神经性贝毒(Neurotoxic shellfish poisoning, NSP) <i>Gymnodium breve</i> = <i>Ptichodiscus brevis</i> 藍藻毒素(Cyanobacteria toxin poisoning, CTP) <i>Anabaenaflos-aquae</i> , <i>Nodularia spumigena</i>
对人体产生毒害作用的藻类	可对人体产生毒害作用及赤潮沿岸区域空气气雾传播的藻类。	<i>Karenia brevis</i> (= <i>Gymnodium breve</i> = <i>Ptichodiscus brevis</i>), <i>Phiesteria piscimortuis</i> (?)

I.2 不同国家和地区海水养殖区有毒藻类浓度与管理行为见表 I.2。

表 I.2 不同国家和地区养殖区有毒藻类浓度与管理行为

有 毒 藻 类	细胞浓度/ (Cells · dm ⁻³)	管理行为
链状亚历山大藻 <i>Alexandrium catanella</i>	>4×10 ⁴ (澳大利亚) 2×10 ⁷ ~5×10 ⁷ (西班牙)	检测毒素
塔马亚历山大藻 <i>Alexandrium tamarense</i>	500 (丹麦)	加强监测或关闭
亚历山大藻 <i>Alexandrium</i> spp.	10 ³ ~10 ⁴ (荷兰) 拖网检出 (挪威) 10 ³ (西班牙班里阿里群岛)	限制-警报或关闭 限制或关闭 检测毒素
渐尖鳍藻 <i>Dinophysis acuminata</i>	500 (丹麦) 200 (葡萄牙)	加强监测或关闭 限制
尖锐鳍藻 <i>Dinophysis acuta</i>	500 (丹麦) 200 (葡萄牙)	加强监测或关闭 限制
<i>Dinophysis norvegica</i>	10 ³ (丹麦)	加强监测或关闭
鳍藻 (总量) <i>Dinophysis</i> spp.	10 ³ (意大利、挪威) 100 (荷兰) >100 (英联邦) 10 ³ 及检测出 DSP (意大利) 500~1.2×10 ³ (丹麦)	限制或关闭 限制 (警戒) 限制 加强监测或关闭 限制或关闭
链状裸甲藻 <i>Gymnodinium catenatum</i>	2×10 ³ (葡萄牙) >500 (西班牙) >存在 (英联邦)	限制 限制
利玛原甲藻 <i>Prorocentrum lima</i>	500 (丹麦) 存在 (英国)	加强监测或关闭 限制?
拟菱形藻成列类 <i>Pseudo-nitzschia seriata</i> -group	2×10 ⁵ (丹麦)	加强监测或关闭
多列拟菱形藻 <i>Pseudo-nitzschia multiseries</i>	5×10 ⁴ (加拿大)	监测贝类
尖刺拟菱形藻 <i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	>10 ³ (英联邦)	限制?
拟菱形藻 <i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	10 ⁴ ~10 ⁵ (荷兰)	限制-警报或关闭
短凯伦藻 <i>Karenia breve</i>	>5×10 ³ (美国佛罗里达)	毒素存在则关闭
巴哈马梨甲藻扁平变种 <i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>Compressum</i>	200 (菲律宾)	限制

I.3 中国近海对海洋生物产生有害影响的藻类见表 I.3。

表 I.3 中国近海对海洋生物产生有害影响的藻类

有害藻的种类	危害性及受影响的生物
亚历山大藻(<i>Alexandrium</i> spp.)	贻贝、蛤、扇贝、牡蛎、龙虾、蟹、鲱、鲑鱼、油鲱、玉筋鱼、鲭和其他鱼类、鲸、海狮、海獭、海鸟、鱿鱼、浮游动物、底栖无脊椎动物
角毛藻(<i>Chaetoceros</i> spp.)	鲑鱼养殖,可能还有其他种类
卡盾藻(<i>Chattonella</i> spp.)	鱼类养殖
叉状角藻(<i>Ceratium furca</i>) 梭角藻(<i>Ceratium fusu</i>) 三角角藻(<i>Ceratium trichoceros</i>)	缺氧,影响蛤和其他底栖生物
旋沟藻(<i>Cochlodinium</i> spp.)	鱼类养殖,牡蛎
渐尖鳍藻(<i>Dinophysis acuminata</i>) 倒卵形鳍藻(<i>Dinophysis fortii</i>)	软体动物
链状裸甲藻(<i>Gymnodinium catenatum</i>) 利马原甲藻(<i>Prorocentrum lima</i>)	牡蛎、蛤、贻贝、腹足类软体动物
短凯伦藻(<i>Karenia brevis</i>)	双壳类软体动物、被囊类动物、商业和娱乐性鱼类、海鸟、海龟、海牛、海豚
米氏凯伦藻(<i>Karenia mikimotoi</i>)	养殖鱼类、野生鱼类、双壳类软体动物
夜光藻(<i>Noctiluca scintillans</i>)	养殖业、养殖鱼类、底栖和浮游动植物
微小原甲藻(<i>Prorocentrum minimum</i>)	北方硬壳蛤、扇贝、贝类幼体
拟菱形藻(<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.)	软体动物、蛭、蟹、海鸟、海豚

附 录 J
(资料性附录)
赤潮毒素与毒性指标

J.1 不同类型赤潮毒素及其临床症状见表 J.1。

表 J.1 不同类型赤潮毒素及其临床症状

毒素类型	种源生物	毒素溶解性	作用靶位	症 状	处 置
麻痹性贝毒(PSP)	塔马亚历山大藻 <i>Alexandrium tamarense</i> 链状裸甲藻 <i>Gymnodium catenatum</i>	水溶性	神经、脑组织	轻度:30 min 内感觉到刺痛、嘴唇周围麻木,慢慢扩散到脸部和颈部;手指和脚趾尖有刺痛感;头晕,头痛,恶心,呕吐,腹泻。 重症:肌肉麻痹;呼吸困难、有窒息感;中毒2 h~24 h内可能因呼吸障碍引起死亡。	病人洗胃、作人工呼吸,无后遗症。
腹泻性贝毒(DSP)	倒卵形鳍藻 <i>Dinophysis fortii</i> 渐尖鳍藻 <i>Dinophysis acuminata</i> 利玛原甲藻 <i>Prorocentrum lima</i>	脂溶性	酶系统	轻度:30 min 后至数小时(极少超过12 h)出现腹泻、恶心,呕吐,腹痛等中毒症状。 重症:慢性中毒可能促使消化道肿瘤的发生。	3 d 后复原,无需药物处理。
失忆性贝毒(ASP)	尖刺拟菱形藻 <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> 柔弱拟菱形藻 <i>P. delicatissima</i> 成列拟菱形藻 <i>P. seriata</i>	水溶性	脑组织	轻度:3 h~5 h 后感觉到恶心,呕吐,腹部痉挛等。 重症:对深度刺激反应降低;幻觉,错乱,短期记忆丧失,病情发作。	洗胃,尚无其他有效方法。
神经性贝毒(NSP)	短裸甲藻 <i>Karenia breve</i> = <i>Gymnodium breve</i> = <i>Ptychodiscus brevis</i>	脂溶性	神经,肌肉,肺,脑组织	轻度:3 h~6 h 后发冷,头痛,腹泻;肌肉无力,肌肉、关节疼痛;恶心,呕吐。 重症:感觉倒错、身体冷热无常、呼吸、交谈、吞咽困难,双视,心律失常,感觉急性窒息。	无有效方法。
西加鱼毒素(CFP)	具毒冈比甲藻 <i>Gambierdiscus toxicus</i> <i>Ostreopsis siamensis</i> <i>Prorocentrum lima</i>	脂溶性	神经,肌肉,心脏,脑组织	轻度:食用鱼类12 h~24 h 后症状加剧。腹痛,腹泻,恶心,呕吐。 重症:手脚刺痛或麻木感;触摸冷物体有热感;难以保持平衡;心率、血压低;发疹子。特殊情况下因呼吸丧失而死亡。	无有效方法。症状可延续数月甚至数年。钙和镁可能起缓解作用。

J.2 不同国家和地区以及本标准所确定的赤潮毒素警戒标准和检测方法见表 J.2。

表 J.2 不同国家和地区赤潮毒素警戒标准和检测方法

国家和地区	毒素类型					
	PSP		DSP		ASP	
	警戒浓度	分析方法	警戒浓度	分析方法	警戒浓度	分析方法
澳大利亚	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法				
加拿大	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法	20 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法 HPLC, ELISA	2 mg/100 g	HPLC
丹麦	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法 HPLC 法	24 h 内 3 只小鼠 死亡 2 只以上	鼠生物法	2 mg/100 g	HPLC
法国	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法	5 h 内 3 只小鼠 死亡 2 只以上	鼠生物法		
德国	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法				
香港	40 OMU/100 g 30 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法				
日本	400 MU/100 g =30 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法	5 MU/100 g =20 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法		
韩国	400 MU/100 g =30 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法	5 MU/100 g =20 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法		
挪威	200 MU/100 g =30 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法	5~7 MU/100 g =20~30 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法		
菲律宾	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法				
新加坡	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法				
泰国	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法				
美国	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法				
英国	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法	200 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	大鼠分析	2 mg/100 g	HPLC
西班牙	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法	存活率	鼠生物法	2 mg/100 g	鼠生物法 HPLC
本标准	80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法 HPLC	24 h 内 3 只小鼠 死亡 2 只以上 20 $\mu\text{g}/100\text{ g}$	鼠生物法 HPLC	2 mg/100 g	HPLC

附 录 K

(资料性附录)

赤潮经济损失评估

K.1 渔业经济损失

K.1.1 生物量损失

用各个物种当年的捕捞损失量 Y_{Li}' 按式(K.1)估算：

$$Y_{Li}' = Y_{ELi} - Y_{Li} \quad \dots\dots\dots (K.1)$$

式中：

Y_{Li}' ——某物种当年的捕捞损失量；

Y_{ELi} ——赤潮发生区域该物种多年(最新5年)的平均捕捞量。各年各个物种的捕捞量(Y_{Li})是按沿海各县、市、区来划分的,可从水产部门的统计数据中获得；

Y_{Li} ——赤潮发生当年的捕捞量。

K.1.2 禁渔期损失

对于有毒赤潮,如在禁渔期的损失(Y_{CLi})大于当年捕捞量的损失,则应用禁渔期的损失代替(可能由于误捕了含有赤潮毒素的生物,而低估了赤潮所造成的生物损害)生物量损失,否则可用式(K.2)计算：

$$Y_{CLi} = Y_{EDLi} \times T \quad \dots\dots\dots (K.2)$$

式中：

Y_{CLi} ——禁渔期的损失；

Y_{EDLi} ——按月或按季节的多年平均每天的捕捞量；

T ——禁渔天数。

K.1.3 某物种渔业经济损失

赤潮造成的某物种渔业经济损失值(V_{Li})按式(K.3)计算：

$$V_{Li} = (Y_{Li}' + Y_{CLi}) \times P_{Ei} - C_P \quad \dots\dots\dots (K.3)$$

式中：

V_{Li} ——某物种渔业经济损失值；

P_{Ei} ——某物种多年(最近5年)平均船上交货价格。平均价格的计算是以最后一年的价格为基准,其他年份的价格用价格指数来调节,然后将其相加再除上年跨度；

C_P ——捕捞消耗费用。

K.1.4 总渔业经济损失

赤潮造成的总的渔业经济损失值(V_L)按式(K.4)计算：

$$V_L = \sum V_{Li} \quad \dots\dots\dots (K.4)$$

K.2 养殖业经济损失

K.2.1 某养殖品种的生物损失

某养殖品种的生物损失量(Y_{Ci}')按式(K.5)计算：

$$Y_{Ci}' = Y_{ECi}' \times S(M) \quad \dots\dots\dots (K.5)$$

式中：

Y_{ECi}' ——单位面积或每箱生物损失量；

$S(M)$ ——受灾面积(或箱数),由基础数据库及现场调查提供。

式(K.5)中, Y_{ECi}' 由式(K.6)得出:

$$Y_{ECi}' = Y_{ECi} - Y_{Ci} \quad \dots\dots\dots (K.6)$$

式中:

Y_{ECi} ——该区域多年平均单产量;

Y_{Ci} ——赤潮当年的单产量。

K.2.2 某养殖品种的经济损失

某养殖品种的经济损失值(V_{Ci})按式(K.7)计算:

$$V_{Ci} = Y_{Ci}' \times P_{Ei} \quad \dots\dots\dots (K.7)$$

式中:

Y_{Ci}' ——某养殖品种的生物损失量;

P_{Ei} ——某品种的多年平均价格,计算方法同F.1.2中 P_{Ei} 计算方法。

K.2.3 养殖业总经济损失

养殖业总经济损失值(V_C)按式(K.8)计算:

$$V_C = \sum V_{Ci} \quad \dots\dots\dots (K.8)$$

K.3 旅游业经济损失

下述估算方法适用于由政府关闭而造成的观光损失和岸线清洁费用。其他损失,如实际上的关闭或旅游观光仍在进行时的损失不含在内。损失估算项目只含传统的海滨娱乐活动,如游泳、太阳浴及海滨漫步等,而不包括如野营等的特殊活动。本方法所涉及的岸线仅包括娱乐场所,如海滨公园、浴场、度假村等的岸线。

——收集(可利用统计报表)公园、浴场等娱乐场所各年份、每个月的净利益值(P_{mi})数据,搜集各娱乐区岸线长度(L)等有关数据;

——计算每个月份多年(5年内)平均净利益值(P_{Emi});

——计算出每个月每天的平均净利益值(P_{Edi});

——用每天平均净利益值除以娱乐区岸线长度,求得每米岸线上各月份的每天平均的净利益值(P_{Ei})。

K.3.1 娱乐区关闭经济损失

由于赤潮造成娱乐区关闭所形成的经济损失值(V_{CT})按式(K.9)计算:

$$V_{CT} = P_{Ei} \times t \times L_C \quad \dots\dots\dots (K.9)$$

式中:

P_{Ei} ——每米岸线上各月份每天平均净利益值;

t ——为关闭时间(天数);

L_C ——关闭岸线长度。

K.3.2 旅游业总经济损失

赤潮造成的旅游业总经济损失(V_T)按式(K.10)计算:

$$V_T = V_{CT} + C_i \quad \dots\dots\dots (K.10)$$

娱乐区性岸线清理费用(C_i)应包括人、财、物等费用。

K.4 健康损害经济评估

有毒赤潮对健康损害造成的经济损失分为直接经济损失和间接经济损失两部分。直接经济损失包括医疗费用、死亡丧葬费;间接损失包括病人耽误工作造成的经济损失,非医务人员护理、陪住影响工作造成的经济损失等。

K. 4. 1 直接经济损失

直接经济损失(V_{Pd})按式(K. 11)计算:

$$V_{Pd} = V_{EPd} \times M \quad \dots\dots\dots (K. 11)$$

式中:

V_{EPd} ——每个人医疗费或死亡赔偿费;

M ——中毒及死亡人数。

K. 4. 2 间接经济损失

间接经济损失(V_{Pi})按式(K. 12)计算:

$$V_{Pi} = V_{EPi} \times D \quad \dots\dots\dots (K. 12)$$

式中:

V_{EPi} ——每个劳动日的平均工资;

D ——病人及陪住人员耽误的劳动总工日。

K. 4. 3 健康损害经济损失

赤潮对健康损害造成的经济损失(V_P)按式(K. 13)计算:

$$V_P = V_{Pd} + V_{Pi} \quad \dots\dots\dots (K. 13)$$

K. 4. 4 赤潮经济损失评估

赤潮造成的总经济损失值(V)按式(K. 14)计算:

$$V = C_d + V_L + V_C + V_T + V_P \quad \dots\dots\dots (K. 14)$$

式中:

C_d ——赤潮处理费用;

V_L ——渔业经济损失值;

V_C ——养殖业经济损失值;

V_T ——旅游业经济损失值;

V_P ——健康损害经济损失值。

附 录 L
(规范性附录)
浮游生物记录表

L.1 浮游生物垂直拖网采样记录

表 L.1 浮游生物垂直拖网采样记录表

海区				调查船				项目名称			
调查时间		自 年 月 日 时 分至 月 日 时 分									
序号	站位	瓶号	采样 时间	水深 (m)	绳 长(m)					备注	
					I 型网	Ⅱ 型网	Ⅲ 型网	水样	倾角		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
海 况 (记事)											

采集者_____ 记录者_____ 校对者_____ 审核者_____

L.2 浮游植物细胞数量计数记录

表 L.2 浮游植物细胞数量计数记录表

标本编号_____站号_____水深_____ (m)采水量_____ (mL)
浓缩体积_____ (mL)记数体积_____ (mL)调查时间_____ 记数时间_____ 第_____ 页

序号	种 名		数 量	小计	统计 (个/L)	备注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
硅藻种数(种)			数量(个)			
甲藻种数(种)			数量(个)			
其他(种)			总量(个)			
多样性指数 H'						

采集者_____记录者_____校对者_____审核者_____

L.3 浮游动物生物量测定

表 L.3 浮游动物生物量测定表

标本编号_____站号_____水深_____ (m)

滤水量_____ (m^3) 取样_____调查时间_____测定时间_____第_____页

序号	标本编号	筛绢+样品湿重 (mg)	筛绢湿重 (mg)	样品湿重 (mg)	滤水量 (m^3)	生物量 ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	备注
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
合计							

分析者_____计算者_____校对者_____审核者_____

L.4 浮游动物个体记录

表 L.4 _____型网浮游动物个体记录表

标本编号_____站号_____水深_____ (m)

滤水量_____ (m³) 取样_____ 调查时间_____ 记数时间_____ 第_____页

序号	种 名		数量	小计	个/m ³	备注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
种数(种)			总个体数(个)			
多样性指数 H'						

分析者_____ 计算者_____ 校对者_____ 审核者_____

L.6 浮游动物数量统计

表 L.6 浮游动物数量统计表

海区_____ 采样方法_____ 调查时间_____

第 页

[illegible]

分析者_____ 计算者_____ 校对者_____ 审核者_____

附录 M

(规范性附录)

海洋赤潮监测(预警)报告内容与格式

M.1 文本格式

M.1.1 文本规格

海洋赤潮监测(预警)报告文本外形尺寸为 A4(210 mm×297 mm)。

M.1.2 封面格式

海洋赤潮监测(预警)报告封面格式如下。

第一行书写:×××海区或省市×××海域(一号宋体,加黑,居中);

第二行书写:海洋赤潮监测(预警)报告(一号宋体,加黑,居中);

落款书写:编制单位全称(如有多个单位可逐一列入,三号宋体,加黑,居中);

第四行书写:××××年××月(小三号宋体,加黑,居中);

第五行书写:中国,空一格,××(地名,小三号宋体,加黑,居中);

以上各行间距应适宜,保持封面美观。

M.1.3 封里内容

封里中应分行写明:监测项目实施单位全称(加盖公章);项目负责人、技术总负责人、分项目负责人(包括现场观测、水文气象、生物因子、赤潮毒素、水化学因子等分项)姓名;报告书编制单位全称(加盖公章);编制人、审核人姓名;编制单位地址;通信地址;邮政编码;联系人姓名;联系电话;E-mail 地址等内容。

M.2 海洋赤潮监测(预警)报告章节内容

海洋赤潮监测(预警)报告应包括以下全部或部分內容。依据监测目的、内容和具体要求,可对下列章节及内容适当增减。

M.2.1 前言

主要包括海洋赤潮监测工作任务来源、监测任务实施单位、监测海区、监测时间与时段、航次、监测船只与合作单位等的简要说明。

M.2.2 监测方案

M.2.2.1 监测海区选择及监测站位布设

M.2.2.2 监测海区的区域与范围

M.2.2.3 监测站位布设

M.2.2.3.1 监测站位图

M.2.2.3.2 监测站位类型与说明

M.2.2.3.3 监测时段与频率

M.2.2.4 现场监视(加*号为选择项目)

M.2.2.4.1 社会调查

M.2.2.4.2 历史资料收集*

M.2.2.4.3 现场观察

M.2.3 监测内容与检测分析(加*号为选测项目)

M.2.3.1 现场观测(含感官指标)

M.2.3.2 水文气象要素监测与分析结果

M.2.3.2.1 水文要素

主要包括水温、水色、透明度、盐度、潮汐、海况、表层流流速*、流向*、表层水的分层*、表层环流*、河流径流量增减情况*等项目的监测与分析结果。

M.2.3.2.2 气象要素

主要包括风速、风向、气温、气压、日照时间、辐射度*、降雨量、天气状况描述；气象变化如季节性降雨、雨季*、风暴*或季风*等项目的监测与分析结果。

M.2.3.3 生物因子监测与分析结果

M.2.3.3.1 不同水层的赤潮生物的种类和数量

主要包括浮游植物群落结构特征、赤潮生物的平面分布与垂直分布情况、种群的优势度与多样性指数等生态学指标的监测与分析结果。

M.2.3.3.2 有毒有害赤潮生物种群

主要包括有毒赤潮生物的种类与密度及其在群落中所占比例。

M.2.3.3.3 底泥孢囊*

主要包括休眠孢子在内的各种孢囊的采集、萌发与鉴定试验分析结果。

M.2.3.3.4 叶绿素浓度

主要包括不同水层的叶绿素-a、叶绿素-b和叶绿素-c含量监测与分析结果。

M.2.3.3.5 灾害冲击*

主要包括易受到赤潮灾害冲击的当地生态系统组成或生态资源(如珊瑚礁、渔场或贝类产地等)生物样品的定性定量分析等内容。

M.2.3.3.6 赤潮毒素*

主要包括 PSP 和 DSP 的监测与检测分析结果,含不同方法的对比结果。

M.2.3.4 化学因子监测及分析结果

M.2.3.4.1 水环境参数

主要包括盐度、溶解氧、pH 值、化学需氧量等项目的监测与分析结果。

M.2.3.4.2 营养盐指标

主要包括硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐、活性硅酸盐等项目的监测与分析结果。

M.2.3.4.3 微量元素指标*

主要包括 Fe、Mn、Ni、Co 等微量元素的监测与分析结果。

M.2.3.4.4 维生素*

主要包括维生素 B₁、维生素 B₁₂和维生素 H 等内容的监测与分析结果。

M.2.4 分析与评价

M.2.4.1 感官指标

主要包括海水的颜色、嗅味和透明度等内容的分析评价。

M.2.4.2 生物量指标

主要包括赤潮生物的种类与密度、水平分布与垂直分布、优势度、生物多样性分析、有毒种类数量与分布、底泥孢囊的萌发与种类鉴定等内容的分析评价。

M.2.4.3 营养质量指标

运用单项指标和综合指标评价监测海域的营养质量。

M.2.4.4 赤潮毒素

藻毒素与贝毒的检测与分析评价。

M.2.4.5 其他监视、调查信息

主要包括卫星遥感、航空遥感、船舶监视、岸台监视、海洋作业船只、海水养殖户、沿海居民、沿海海洋水产部门等监视调查信息的分析评价。

M.2.5 跟踪监测

M.2.5.1 跟踪监测的海域范围与测站布设

M.2.5.2 赤潮范围的界定

M.2.5.3 监视监测项目

M.2.5.3.1 常规监测项目

主要包括感官指标、水文气象参数、水化学参数和生物因子等。

M.2.5.3.2 补充监测监视项目

主要包括赤潮生物、底泥孢囊、赤潮毒素、微量元素、维生素、经济贝类、养殖生物等。

M.2.5.4 跟踪监测结果的分析

主要包括赤潮的漂移与扩散、赤潮发展趋势分析和赤潮影响范围分析;赤潮发展与消亡过程和赤潮影响分析等内容。

M.2.6 赤潮灾害(显性)评估

M.2.7 赤潮监测结果的综合分析与评价

M.2.7.1 监测海区的环境质量现状的分析与评价

M.2.7.2 监测海区的赤潮生物种类特征分析与评价

M.2.7.3 赤潮毒素的检测分析与评价

M.2.7.4 赤潮预警预报方法与结果的分析

M.2.7.5 赤潮发生与发展趋势的分析与预测

M.2.7.6 监测监视的综合分析与评价

M.2.7.7 赤潮监测监视预警预报的措施与建议

M.2.7.8 赤潮预防、控制、治理的措施与建议

M.2.8 监测监视数据报表

附图、附表、附件(含参考文献)。

中华人民共和国海洋
行 业 标 准
赤潮监测技术规程
HY/T 069—2005

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

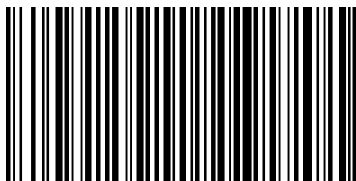
*

开本 880×1230 1/16 印张 4.25 字数 119 千字
2008年6月第一版 2008年6月第一次印刷

*

书号: 155066·2-18862

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



HY/T 069—2005